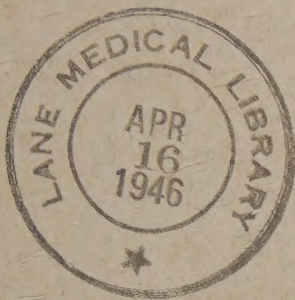


EXPERIMENTEELE BIJDRAGE TOT DE VERKLARING VAN HET

KAMERELECTROGRAM



B. P. A. A. HOMAN

EXPERIMENTEELE BIJDRAGE TOT DE VERKLARING
VAN HET KAMERELECTROGRAM

EXPERIMENTEELE BIJDRAGE TOT DE VERKLARING VAN HET

KAMERELECTROGRAM

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN
DOCTOR IN DE GENEESKUNDE AAN
DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE GRONINGEN,
OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS
DR J. M. N. KAPTEYN, HOOGLEERAAR IN
DE FACULTEIT DER LETTEREN EN WIJS-
BEGEERTE TEGEN DE BEDENKINGEN VAN
DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE TE
VERDEDIGEN OP ZATERDAG 26 APRIL 1941,
DES NAMIDDAGS TE 3 UUR PRECIES

DOOR

BERNHARD PIETER ANTOON ADRIAAN
HOMAN

ARTS,

GEBOREN TE ODOORN

VAN GORCUM & COMP. N.V.
ASSEN

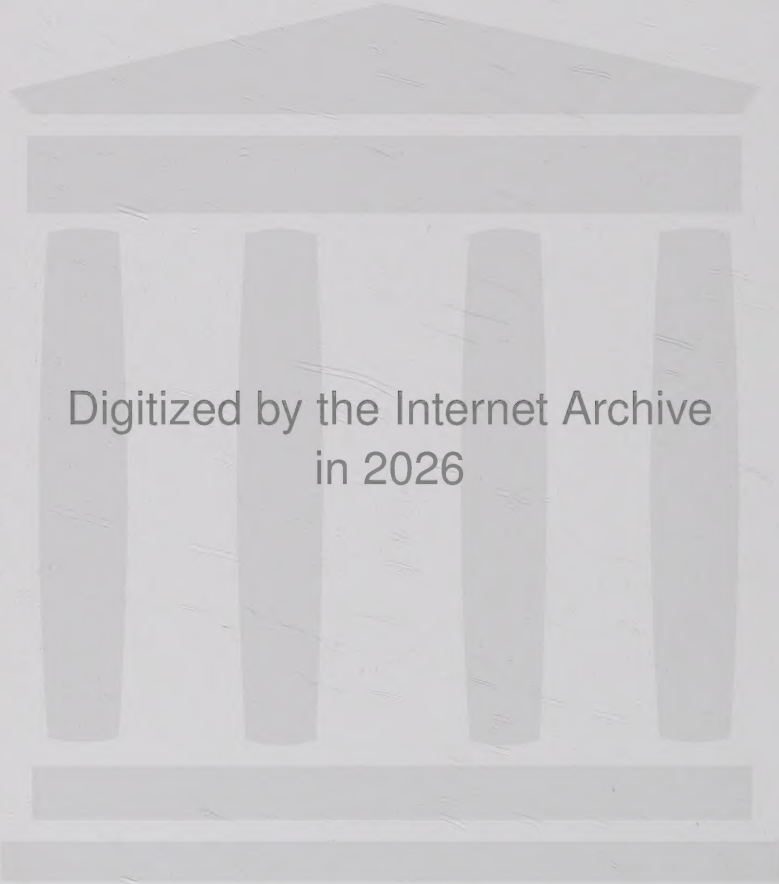
UIT HET PHARMACOLOGISCH LABORATORIUM DER
RIJKS-UNIVERSITEIT TE GRONINGEN

Promotor: PROF. DR. S. DE BOER

AAN MIJN OUDERS.

INHOUD.

A. HISTORISCH OVERZICHT	9
B. EIGEN ONDERZOEKINGEN	22
I. HET VERBAND TUSSCHEN GROOTTE EN RICHTING DER UITSLAGEN IN HET ELECTROGRAM EN DE RICHTING VAN DE CONTRACTIEGOLF	22
II. DE INVLOED VAN EEN GELEIDEND MEDIUM OP HET ELECTROGRAM VAN EEN HARTSPIERPRAEPARAAT	38
1. Het electrogram van een hartspierpraeparaat bij normale prikkelgeleidingstijd	38
2. De invloed van een verlenging van de prikkelgelei- dingstijd	42
III. VERANDERINGEN IN HET ELECTROGRAM VAN HET KIKKER- HART EN DE INVLOED HIEROP VAN EEN GELEIDEND MEDIUM	51
1. De voorslag van de puntcomponent in experimenten volgens BORUTTAU	51
2. De invloed van een geleidend medium op het electro- gram van een geïsoleerd kikkerhart	55
3. De veranderingen van het electrogram van een, van een dwarssnede in de kamer voorzien kikkerhart en de invloed hierop van een geleidend medium	55
IV. SAMENVATTING	68
Summary	70
Zusammenfassung	72
C. LITERATUUR	75



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154010_0033

A. HISTORISCH OVERZICHT.

In 1856 deden MÜLLER en KÖLLIKER de belangrijke waarneming, dat, wanneer zij bij de geïsoleerde ventrikel van een kikkerhart een der elektroden van een multiplicator plaatsten op het sneevlak, en de andere op de punt, zij een uitslag van de naald van de multiplicator kregen tijdens de systole, en tijdens de diastole een uitslag in tegengestelde richting. Met de physiologische rheoscoop kregen zij tijdens de systole van de ventrikel een contractie van het spierpraeparaat, waaruit de physiologische rheoscoop bestaat, en in een aantal gevallen ook een contractie tijdens de diastole. Deze onderzoeken werden later in 1872 door DONDERS bevestigd.

MARCHAND deed proeven met geïsoleerde ventrikels van kikkerharten, waarbij hij kunstmatig prikkelde, of aan de basis of aan de punt, en van basis en punt afleidde. Om de electriche stroom te registreeren maakte hij gebruik van de tangentenboussole. Hij vond een „Doppelschwankung”, welke de uitdrukking zou zijn van het voortschrijden van een negativiteitsgolf vanaf de plaats van prikkeling. Al is MARCHAND van meening, dat de toppen van de „Doppelschwankung” niet van elkaar gescheiden kunnen worden, over het wezen van de negativiteitsgolf laat hij zich verder niet uit.

ENGELMANN deed in 1874 metingen over de voortplantingssnelheid van de negativiteitsgolf. Hij vond, dat de negativiteitsgolf de tweede afleidingsplaats reeds moest hebben bereikt, nog voor de eerste top van de „Doppelschwankung” zijn maximum bereikt had.

De eersten, die een nadere verklaring gaven van de electriche verschijnselen, die de contractie der hartspier begeleiden waren BURDON—SANDERSON en PAGE.

Zij deden proeven met geïsoleerde kikker- en schildpadharten, die rythmisch of mechanisch werden geprikkeld. Voor het aantoonen der electriche stroom maakten zij gebruik van de capillairelectrometer van LIPMANN. Door de bewegingen van de kwikkolom te photographieren op een bewegende photographische plaat, konden deze worden vastgelegd. Ook zij vonden een negatieve uitslag „initial phase”, gevolgd door een tegengesteld gerichte „terminal phase”.

Door verwarming van het hart bij die afleidingselectrode, die zich het dichtst bij de prikkelaar bevond, zagen zij een vergrooting en

verbreeding van de „terminal phase”. Werd de verwarming lang voortgezet of versterkt, dan zagen zij, dat slechts één uitslag: de „initial phase” verdween en op dezelfde plaats, waar deze anders zou verschijnen begon dan een tegengesteld gerichte uitslag, die op constante hoogte bleef, tot ze geleidelijk eindigde op de plaats, waar anders de „terminal phase” eindigde. Bij verwarming van het hart bij die afleidingselektrode, die het verst verwijderd was van de prikkelaar, vonden zij een omkeering van de „terminal phase”, waardoor deze gelijk gericht werd aan de „initial phase”. Door compressie van het hart tusschen de afleidingselektroden zagen zij een verbreeding van de „initial phase”, doordat de contractiegolf de van de prikkelaar het verst verwijderde afleidingselektrode later bereikte. Zij kwamen tot de conclusie, dat voor hun verklaring der electrische verschijnselen, n.l. dat de uitslagen afhankelijk zijn van het tijdsverschil, waarop de contractiegolf de afleidingselektroden bereikt en van de duur van de negativiteit, welke laatste door verwarming kan worden verkort, het volgende moet worden aangenomen: „1°. Every excited part of the surface of the ventricle is during the excitatory state negative to every unexcited part. 2°. The excitatory state is propagated in all directions.”

BAYLISS en STARLING bevestigden deze onderzoeken en meenden bovendien, dat de omkeering van de T door afkoeling van de punt ook physiologisch kon ontstaan bij de hond, door deze afgekoelde lucht te laten inademen, waardoor de hartpunt zou afkoelen.

Reeds voordat EINTHOVEN zijn snaargalvanometer construeerde, had hij zich bezig gehouden met de electrocardiographie door middel van de capillairelectrometer. Hij berekende voor de hiermede verkregen curven een correctie, waardoor hij voor en na de „initial phase” van BURDON—SANDERSON tegengesteld gerichte kleinere uitslagen vond, de Q en S (terwijl de initiale en terminale phase door hem R en T werden genoemd en de boezemuitslag P).

De juistheid dezer correcties kon EINTHOVEN later met de snaargalvanometer bevestigen. EINTHOVEN deed zijn onderzoeken bijna uitsluitend bij menschen en zoogdieren met de indirecte afleiding.

Het verband tusschen de drie afleidingen ($I = R \text{ arm} - L \text{ arm}$, $II = R \text{ arm} - L \text{ been}$, $III = L \text{ arm} - L \text{ been}$) verklaarde hij met zijn bekende schema van de gelijkzijdige driehoek, waarin de grootte der uitslagen evenredig is aan de projectie van de door het middelpunt gaande electrische as van het hart op de drie zijden.

GOTCH verklaarde het electrocardiogram uit het verloop van de contractiegolf in het hart, die volgens hem in verband zou staan

met de embryonale ontwikkeling van het hart. Volgens deze theorie zou de R-uitslag ontstaan door een negativiteit van de basis; daarna werd de punt negatief, waardoor de nulstand weer werd bereikt. De contractiegolf ging dan terug naar de basis bij de aorta, waardoor de T werd verklaard.

Een soortgelijke verklaring gaven KRAUS, NICOLAI en MEYER. Zij zochten de verklaring in een verschil in verloop der prikkels in de binnenste spierlagen van het hart (het papillairsysteem) en de buitenste spierlaag. Eerst zou dit papillairsysteem actief worden, waardoor de R-uitslag ontstond, daarna zou de circulaire spierlaag (het „Treibwerk”) in contractie komen, waardoor de snaar in de nulstand bleef. De T-uitslag ontstond dan volgens hen, doordat de prikkel zou teruggaan naar de basis in de buurt van de bulbus aortae.

SAMOJLOFF deed de volgende experimenten bij kikker- en kattenharten. Bij ontbloede gesuspenderde harten prikkelde hij de N-vagus. Er ontstond dan een kortdurende hartstilstand. Wanneer het hart weer begon te kloppen, bleek de T-uitslag minder sterk positief en in vele gevallen zelfs negatief te zijn geworden, om na verloop van korte tijd weer tot de oorspronkelijke positieve waarde terug te keeren. Een tweede experiment was het volgende: Wanneer SAMOJLOFF bij een kikkerhart, dat niet klopte door een aangelegde eerste Stanniusligatuur, de punt van de ventrikel electrisch prikkelde, dan kreeg hij uitslagen van de snaar van de galvanometer, die tegengesteld gericht waren aan die, welke hij kreeg na prikkeling van de basis.

SAMOJLOFF paste verder de monophasische afleiding toe. Hij verwondde de kamerpunt van een kikkerhart en plaatste de eene electrode op deze gelaedeerde plaats, de andere electrode op de niet verwonde boezems. Hij kreeg een electrogram met een normale P-uitslag en als electrisch aequivalent van de kamersystole een snel tot zijn maximum stijgende uitslag, die eenige tijd op de zelfde hoogte bleef, om vervolgens langzaam tot de nullijn terug te keeren. De duur was ongeveer gelijk aan de duur van de kamersystole.

BORUTTAU paste de monophasische afleiding toe bij harten in situ van kikkers, schildpadden en konijnen. Hij cauteriseerde een plekje midden op de ventrikel en leidde dan op drie manieren af: 1°. basis—punt; 2°. basis—gecauteriseerde plaats en 3°. gecauteriseerde plaats—punt. In het eerste geval zag BORUTTAU dan een normaal electrogram met een R- en een T-uitslag, in het tweede geval kreeg hij een monophasische curve, welke gelijk was aan die, welke SAMOJLOFF kreeg bij zijn afleiding van boezems en verwonde hartpunt. In het derde geval ontstond een curve, die van de tweede verschilde door het tegengesteld gericht zijn van de monophasische uitslag.

Wanneer BORUTTAU nu bij de afleiding basis-punt een positieve T kreeg, dan bleek de monophasische basis-uitslag langer te duren dan de apicale component. Kreeg hij een negatieve T, dan bleek de apicale component langer te duren dan de basale.

Door de vagus te prikkelen of het hart te vergiften met muscarine kon BORUTTAU een positieve T in een negatieve doen overgaan. Hij vond daarna, dat dan ook de puntnegativiteit langer duurde dan de basale negativiteit. Door atropine toe te dienen werd de muscarine resp. vaguswerking weer opgeheven en de T werd dan weer positief. Tevens duurde dan ook de basale component weer langer dan de apicale.

Dezelfde resultaten kreeg BORUTTAU, wanneer hij de kamer niet cauteriseerde, maar midden op de kamer afleidde met een electrode met een isotonische kaliumzoutoplossing. In beide gevallen zou een demarcatiestroom ontstaan, waarvan BORUTTAU zegt: „Bekanntlich lässt der Demarkationsstrom mit der Zeit nach und die Aktionsströme verlieren immer mehr ihren rein einphasischen Charakter, auch bringt es der Bau und Faserverlauf des Herzmuskels mit sich, dass „reine Querschnittableitung“ verhältnismässig selten ist, vielmehr sich die Aktionsströme unversehrt gebliebener Fasern in die Gestaltung des Potentials an der „Querschnittelektrode“ einmischen“.

Door deze laatste actiestroomen zouden dan de in BORUTTAU's curven vaak aanwezige „Vor-und Nachzacken“ verklaard worden.

Bij het konijnhart vond BORUTTAU na de R- een groote S-uitslag, die hij evenals NICOLAI verklaarde als een gevolg van de aankomst van de prikkel in de papillairspieren en de hartpunt, en de stijging tot de nullijn daarna door het gelijktijdig in contractie komen van de geheele kamerwand.

SAMOJLOFF en na hem DE BOER deden het volgende experiment. Bij een gesuspenseerd kikkerhart in situ maakten zij een dwarse snede over de kamer, zoover, dat de punt nog door een smalle spierbrug met de basis bleef verbonden. Zij leidden dan af van de boezems en kamerpunt. Onmiddellijk na het maken van de snede contraheerde alleen de basis, waardoor als electrogram een monophasische uitslag ontstond, zooals SAMOJLOFF en BORUTTAU deze in hun experimenten kregen bij afleiding van basis en verwonde punt. Na eenige tijd kwam dan ook de punt tot contractie. Het begin van de uitslag van de galvanometer was dan hetzelfde als bij de monophasische curve, doch voor het einde van de uitslag keerde de snaar snel terug tot onder de nulstand, om dan meer geleidelijk nog iets verder uit te slaan en dan weer tot de nullijn terug te keeren. Zij verklaarden

deze curve door de interferentie van een basale en een apicale monofasische component. De „hak” in de naar beneden gaande uitslag werd veroorzaakt door een voortduren van de basale negativiteit na het begin van de puntnegativiteit, waardoor een boogvormig stuk uit deze puntcomponent werd gesneden.

Hoe meer de geleiding in de spierbrug zich herstelde des te meer begon het electrogram te gelijken op het normale kamerelectrogram, doordat de puntcomponent steeds verder over de basiscomponent schoof.

Als bewijzen voor de geldigheid van de interferentietheorie werden door DE BOER diverse experimenten over de alternans gedaan. Door verwarming van de sinus venosus zag DE BOER bij gesuspenderde ontbloede kikkerharten regelmatig een alternans ontstaan. Tijdens de kleine alternanssystolen vertoonde het electrogram monofasische uitslagen, zooals die werden gezien bij de proeven met de dwars-snede in de kamer, wanneer alleen de basis contraheerde en de punt niet. Tijdens de groote alternanssystolen was het electrogram vrijwel normaal en kon gezien worden, dat de heele kamer contraheerde. Ook zag DE BOER na verwarming van de sinus venosus gevallen, waarbij afwisselend de basis en de punt contraheerden. Er ontstonden in het electrogram dan monofasische basisuitslagen afgewisseld met uitslagen, waarbij een kleine tak naar boven gericht was, gevolgd door een uitslag naar beneden van ongeveer dezelfde grootte als de basiscomponent. De kleine tak naar boven werd door DE BOER verklaard, doordat een klein deel van de basis actief moest zijn en de hierdoor veroorzaakte uitslag voorafging aan de apicale negativiteit. Deze alterneerende uitslagen van het electrogram behoefden niet noodzakelijk ook een alternans in het mechanogram op te leveren, zooals uit de curven duidelijk blijkt. Een tweede manier, waarop DE BOER de alternans in het experiment kreeg was door vergiftiging met digitalis of antiarine. Hierbij kon echter nog meer worden waargenomen, dat van belang was voor de verklaring van het electrocardiogram. DE BOER zag, dat eenige tijd na de injectie van digitalis of antiarine, een gehalveerd rythme optrad. Deze overgang kon plotseling zijn, maar ging in een aantal der gevallen via een alternans. Voordat deze optrad en als deze niet optrad, voor de halveering van het rythme, nam de snelheid van de prikkelgeleiding af.

In het electrogram werd de R-uitslag breeder, de T-uitslag werd van positief, d.w.z. gelijkgericht aan de R-uitslag, negatief, d.w.z. tegengesteld gericht aan de R-uitslag. De verbindingslijn tusschen R

en T daalde. Wanneer de halveering van het rythme was opgetreden en dus de hersteltijd na elke systole langer duurde, dan bleek de R-uitslag weer smaller te zijn geworden, dus de T weer positief en de verbindingslijn tusschen R en T te zijn gestegen. DE BOER besloot hieruit dan ook: „dat er een constant verband bestond tusschen de breedte (duur) van de R-uitslag (snelheid der prikkelgeleiding door de kamer) eenerzijds en de grootte en richting van de T-uitslag en het niveau waarop zich de verbindingslijn tusschen de R en T bevond anderzijds. Nam de duur van de R-uitslag toe, dan veranderde de T in negatieve zin en daalde de verbindingslijn tusschen de R en de T. Nam daarentegen de duur van de R-uitslag af, dan veranderde de T-uitslag in positieve zin en steeg de verbindingslijn tusschen de R- en de T-uitslag.” In die gevallen, waarin een alternans optrad nam DE BOER waar, dat tijdens de groote alternanssystolen de heele kamer contraheerde, terwijl tijdens de kleine alternanssystolen kon worden gezien, dat de basis wit gekleurd was in gecontraheerde toestand, terwijl de rest van de kamer zich als een rood gekleurde „hernia” uitzette. Deze „hernia” zou berusten op een inactiviteit (asystolie) van dit deel van de kamer. Het electrogram van deze alternans zag er als volgt uit: tijdens de kleine systole sloeg de snaar alleen naar boven uit, terwijl tijdens de volledige systole de snaar naar beide zijden uitsloeg op vrijwel dezelfde wijze als bij de alternans, die DE BOER kreeg na verwarming van de sinus venosus. Ook bij deze vergiftigingsproeven werden gevallen gezien, waarbij afwisselend de punt en de basis contraheerde. Ook hier werd dan afwisselend een basis- en een puntcomponent in het electrogram gezien.

Tegenover de interferentietheorie staat de theorie van LEWIS, later uitgewerkt door zijn leerling CRAIB. LEWIS baseerde zijn theorie op de richting van het prikkelverloop in de hartspier. De prikkel zou van de basis langs de binnenste spierlagen van het hart in de richting van de kamerpunt gaan, en daarbij ongeveer in het midden tusschen basis en punt de oppervlakkige spierlagen bereiken en vandaar langs deze oppervlakkige spierlagen gaan „up to the base and down to the apex”. Eerst zou dus de richting van het prikkelverloop van basis naar punt overwegen, waardoor LEWIS het ontstaan van de R-uitslag verklaarde. Over het verdere prikkelverloop, terug naar de basis en naar de punt zegt LEWIS: „The race may be won in one other direction; usually it is won at the apex”. Uit het feit, dat de prikkel dus gewoonlijk langer in de basis voortschreed dan in de punt, werd dan de S-uitslag verklaard. CRAIB stelde zich het verloop van de contractiegolf in de kamer als volgt voor: zoodra de contractie-

golf in de kamer begint, plant zich een z.g.n. „doublet of invasion” voort van de basis naar het midden van de kamer en vandaar langs de oppervlakkige spierlaag „up to the base” en „down to the apex”, zooals LEWIS voor het prikkelverloop aangaf. Deze „doublet of invasion” zou bestaan uit een combinatie van anode en katode, waarbij de anode voorop gaat. Door het voortschrijden van deze „doublet of invasion” zou dan het Q.R.S. complex veroorzaakt worden. Wanneer de contractietoestand van de kamerspier eindigt begeeft zich een „doublet of retreat” langs dezelfde weg terug, waarbij dan de katode voorop gaat. Hierdoor werd dan de T-uitslag veroorzaakt. Deze z.g.n. „doublet-theorie” van LEWIS en CRAIB berust dus op het feit, dat zij meenden de richting van de contractiegolf in het hart te kunnen bepalen.

Over dit probleem waren reeds experimenten gedaan door CLEMENT en GARTEN. CLEMENT maakte gebruik van een electrode, door hem differentiaalelectrode genaamd. Deze electrode bestond uit twee onpolariseerbare elektroden verbonden door een katoenen draad, die in het midden tusschen de beide elektroden scherp werd omgebogen. De electrode werd dan met de op deze wijze verkregen punt op verschillende plaatsen van het hart geplaatst.

CLEMENT zag toen wat betreft de R-uitslag, dat wanneer hij van de basis afleidde, deze biphasisch was, bij afleiding van het midden van de kamer kreeg hij alleen een kleine naar boven gaande tak, waaraan zich een veel grootere monophasische stroom van dezelfde richting aansloot, en bij afleiding van de punt weer een biphasische uitslag. CLEMENT besloot hieruit, dat door de basis de prikkel van de basis in de richting van de punt verliep; bij afleiding van het midden van de kamer, dat er een aanvankelijke overwegende negativiteit van de dichter bij de basis liggende afleidingsplaats was en bij afleiding van de punt, dat de prikkel hier verliep in de richting van de punt naar de basis. Verder vond CLEMENT, dat er nauwelijks verschil bestond tusschen het optreden van de toppen van het differentiaal electrocardiogram en de toppen van het normale electrocardiogram.

LEWIS bepaalde de richting van de contractiegolf door een electrode op de borstwand van een kikker te plaatsen en de andere op verschillende plaatsen van het hart. De eerste electrode werd door LEWIS hierbij als indifferent beschouwd. Hij kreeg dan verschillende uitslagen. Wanneer echter de contractiegolf onder de differente electrode passeerde, ontstond volgens LEWIS de grootste uitslag „intrinsic deflection”, de andere „extrinsic deflections” zouden berusten op activiteit van verder verwijderde deelen.

Een verdere steun voor zijn theorie vond LEWIS in een electro-

cardiogram, dat hij bij indirecte afleiding van een pad verkreeg. Hij vond hierbij n.l. een bulbusuitslag, die tegengesteld gericht was aan de R-uitslag, m.a.w. naar beneden. Hieruit besloot LEWIS, dat dus een contractie van bij de basis gelegen spierweefsel een uitslag naar beneden geeft, terwijl de richting van de contractiegolf hier was van beneden naar boven. Dit sloot dus aan bij de theorie, dat de S-uitslag werd veroorzaakt doordat de „race up to the base” langer zou duren dan die „down to the apex”. Over de richting van de T-uitslag bij koudbloedige dieren geeft LEWIS nog aan, dat deze tegengesteld zou zijn aan de laatste initiale uitslag, d.w.z. is er een S-uitslag aanwezig dan zou de T positief zijn, ontbrak deze dan negatief. Op de theorie van LEWIS en CRAIB en in het bijzonder op diens methode van bepaling van de richting van de contractiegolf is op grond van een reeks experimenten uitvoerig kritiek geleverd door DE BOER. Deze ging hierbij uit van zijn proeven met de dwarssnede in de kamer van het kikkerhart, die reeds werden genoemd. Op deze wijze moest dus de contractiegolf om van de basis de punt te kunnen bereiken noodzakelijk de spierbrug passeeren. DE BOER zegt hiervan dan ook: „Nu kende hij dus voor dit gedeelte van de kamer met zekerheid de richting waarin de contractiegolf zich door de kamer voortplantte”.

De snede werd hierbij in verschillende proeven op verschillende niveaus aangelegd van dicht bij de basis tot dicht bij de punt. In alle gevallen werd eenzelfde resultaat verkregen, zooals reeds werd beschreven, dus met een naar beneden gerichte apicale component, terwijl volgens de theorie van LEWIS deze juist naar boven moest zijn gericht. Bij die contracties, waarbij alleen de basis contraheerde en waarbij monofasische uitslagen naar boven werden gezien, zou men volgens DE BOER, naar de theorie van LEWIS een S-uitslag kunnen verwachten, omdat het „up to the base” hier zeker het „down to the apex” overheerscht, want dit laatste valt hier geheel weg. Ook in die gevallen waarbij de snede zeer dicht bij de punt was aangebracht, werd toch nooit een S-uitslag gezien. Ook bij de indirecte afleiding, waarbij één electrode geplaatst werd in de bek en de andere onder de lever in de buikholte, werden dezelfde resultaten verkregen. Ook bij gelijktijdig toegepaste directe en indirecte afleiding met twee snaargalvanometers bleken de resultaten dezelfde te zijn. DE BOER besloot hieruit: „in elk geval is het experimenteel vastgesteld, dat de basis direct vanuit de boezems, zonder den omweg over het midden van de kamer tot activiteit kan worden aangezet”. Zoowel bij de directe als bij de indirecte afleiding na een dwarssnede in de kamer vond DE BOER dus, dat een basiscontractie een uitslag naar boven en

een apex-contractie een uitslag naar beneden opleverde. Hij blijft dan ook van meening: „dat de richting van een galvanometeruitslag bepaald wordt door de toestandsveranderingen aan één of beide afleidingselectroden. We meten n.l. met den galvanometer potentiaalverschillen, toestandsverschillen”. Een bevestiging van deze proeven van DE BOER vond hij bij zijn alternansonderzoekingen, die reeds werden genoemd, speciaal die, welke ontstonden na digitalis- of anti-arinevergiftiging. Hier kon n.l. gelijktijdig de directe en indirecte afleiding worden toegepast bij harten, die normaal met bloed werden doorstroomd, geen demarcatiestroomden vertoonden en niet gesuspenderd behoeften te worden. Ook hierbij kwam DE BOER tot dezelfde resultaten. Ook wat betreft de bulbusuitslagen, die volgens LEWIS naar beneden gericht waren, kwam DE BOER tot andere resultaten. Door hem werden n.l. ook bulbusuitslagen gepubliceerd, die naar boven gericht waren; ook zag hij biphasische en naar beneden gerichte, zoowel in de directe als in de indirecte afleiding.

Bij de indirecte afleiding bevond het hart zich dus in een geleidende omgeving. CRAIB was bij zijn proeven hierover tot een foutieve conclusie gekomen. Hij plaatste bij een kikkerhart in situ een electrode op de hartpunt en een bij het bekken. Er ontstond toen een electrogram, waarvan de uitslagen naar beneden waren gericht. CRAIB besloot hieruit dat, waar zijn schakeling der elektroden van de galvanometer zoodanig was, dat een negativiteit van de punt een uitslag naar boven zou geven, thans onder invloed van de geleidende omgeving de punt positief werd bij de contractie. DE BOER weerlegde dit op grond van de volgende proef: wanneer hij bij een kikker een electrode op de hartpunt plaatste en de andere in de buikholte, dan veranderde het electrogram niet, wanneer de electrode van de buikholte verplaatst werd naar de bek en ook niet, wanneer de electrode van de punt bleef staan en de electrode van de buikholte op de boezems werd geplaatst en ook niet, wanneer de electrode van de buikholte naar de bek werd verplaatst en de electrode van de punt naar de buikholte. Hieruit volgt dus, dat in deze proef CRAIB met de bekkenelectrode had afgeleid van de basis van de kamer en dat CRAIB dus de elektroden had verwisseld. Tot eenzelfde resultaat kwam Mej. MOMM, wanneer zij een uitgesneden hart legde op een stukje filtreerpapier gedrenkt in Ringer en één electrode op de punt en een beneden het hart op het papier plaatste. Het maakte dan geen verschil, waar ergens op het papier deze tweede electrode werd geplaatst. Deze electrode bleek af te leiden van de basis, of beter: van het contactvlak van het hart met het papier en dit kwam neer op de basis, omdat bij de contractie de

punt zich telkens iets ging verheffen. In een reeks modelproeven werd dit nader door mej. MOMM uitgewerkt. Een in physiologische zoutsolutie gedrenkte wollen draad werd onder een bekende constante spanning geplaatst. De positieve pool links, de negatieve pool rechts, op een afstand van 2 cm. van elkaar. De eene afleidingselektrode werd dan eenige cm. links van de positieve pool geplaatst en de andere werd van hier langs de draad naar rechts verschoven en telkens hierbij het spanningsverschil gemeten. Het bleek toen, dat eerst toen deze elektrode de positieve pool bereikt had er een gering spanningsverschil, een negativiteit, ontstond, welke evenredig met de verdere verschuiving van de elektrode steeg en haar maximum bereikte, wanneer de elektrode de negatieve pool bereikt had, om dan bij verdere verschuiving constant te blijven. Vervolgens herhaalde zij de proef met dit verschil, dat daarbij een geleidend medium onder de draad werd aangebracht, in de vorm van een in NaCl oplossing gedrenkt stukje filtreerpapier. Wanneer dan het spanningsverschil werd gemeten, bleek er reeds een spanningsverschil te bestaan vóór de bewegende elektrode de positieve pool bereikt had en wel een *positiviteit* die maximaal werd bij het bereiken van de positieve pool, om bij verder verschuiven van de elektrode weer snel te dalen en plaats te maken voor een toenemende negativiteit, die haar maximum bereikte bij het bereiken der negatieve pool, om bij verdere verschuiving iets te dalen en dan verder constant te blijven. Dezelfde resultaten werden verkregen, wanneer zij inplaats van de onder spanning staande draad gebruik maakte van een van een „Querschnitt” voorziene spier. Ook dan werd alleen, wanneer deze op een geleidende onderlaag werd geplaatst een positiviteit waargenomen, op de zelfde wijze als dit bij de wollen draad het geval was.

Van de „Querschnitt” zegt mej. MOMM: „Durch Anlegen eines künstlichen Querschnittes wird ein gleichsam fixirter Aktionsstrom, eine örtliche Dauererregung hervorgerufen, die am Querschnitte selbst maximal ist. Die alte Ansicht, dass sich erregtes Gewebe negativ verhält bleibt also nach wie vor bestehen. Was durch die Versuche mit leitendem Medium als neu hinzukommt, ist die Lokalisation des positiven Potentials auf den Längsschnitt”. Bij een volgende proef, bleven de elektroden op een vaste plaats staan en wel bij de „Längs- und Querschnitt”. Wanneer dan een contractiegolf langs de spier verliep, ontstond, wanneer geen geleidend medium was aangebracht, een normale monofasische actiestroom. Wanneer echter een geleidend medium aanwezig was, ontstond een positieve voorslag, echter alleen dan, wanneer de „Längsschnitt-elektrode” onmiddellijk binnen het

bereik van de positieve potentiaal afleidde. Bij de indirecte afleiding zou alleen de restspanning het electrogram doen ontstaan. In een volgende proef, waarbij een uitgesneden kikkerhart op een in NaCl oplossing gedrenkt filtreerpapiertje lag, werden de elektroden op steeds grotere afstand van het hart op het papier geplaatst. Bij een afstand van 1.5 cm. van het hart was de R-uitslag reeds half zoo groot en was van de P reeds niets meer te zien.

KERBER nam soortgelijke proeven, waarbij hij een uitgesneden kikkerhart draaibaar bevestigde op een driehoekig stukje filtreerpapier, gedrenkt in een physiologische zoutoplossing. Hij leidde dan af van de drie hoekpunten. Wanneer hij het hart dan ging draaien, zag hij in alle drie afleidingen, dat de richting van de enkelvoudige R en T veranderde in tegengestelde zin, via een voor de initiale uitslag biphasische overgang. Wanneer de elektrische as loodrecht stond op een der zijden van de gelijkzijdige driehoek dan waren, bij afleiding van de hoekpunten van deze zijde, de beide tegengesteld gerichte componenten van de initiale uitslag even groot. Dit zelfde gold ook voor de andere zijden bij een andere draaiingshoek van het hart.

Bij proeven met eenzelfde onderlaag als KERBER gebruikte kwam mej. MOMM tot de conclusie, dat hierbij de theorie van EINTHOVEN betreffende het onderlinge verband der drie afleidingen alleen opging, wanneer het hart zich in het midden bevond.

HIDEO YOSHIDA bouwde voort op de interferentietheorie en sloot zich aan bij DE BOER wat betreft grootte en breedte van de R-uitslag en de richting van de T-uitslag. Hij onderzocht verder de veranderingen, die er in het electrocardiogram kunnen optreden door veranderingen van de monophasische componenten. YOSHIDA ging hierbij uit van het experiment van SAMOJLOFF, waarin bij een kikkerhart werd afgeleid van de kamerbasis en de gecauteriseerde kamerpunt. Het bleek toen, wanneer de basiselectrode dicht bij de gecauteriseerde punt aangebracht werd, dat dan de monophasische uitslag belangrijk kleiner werd, terwijl ook de stijgingen en dalingen der curve vlakker werden. YOSHIDA besloot hieruit, dat niet alleen verwonding ter plaatse van een elektrode het electrogram doet veranderen, maar dat van deze plaats „Restströme” zouden uitgaan, die vormveranderingen van de monophasische uitslagen zouden kunnen veroorzaken. Wanneer b.v. de gecauteriseerde plaats bij de hartpunt lag, dan zou de reststroom later beginnen dan de actiestroom van de niet verwonde plaats en een monophasische uitslag ontstaan, met een zadelvormige inzinking onmiddellijk na de stijging tot de maximale waarde. Des te onvollediger de verbranding was, des te sterker en langer zou de actiestroomrest

van de omgeving worden. Wanneer de actiestroom vroeger zou beginnen, ontstond een „Vorschlag”. Voor de S-uitslag geeft YOSHIDA een verklaring gebaseerd op een sneller stijgen tot de maximumwaarde van de puntcomponent dan van de basiscomponent van het electrocardiogram, welke laatste natuurlijk wel eerder begon. Wanneer de puntcomponent eerder dan de basiscomponent zijn maximum bereikt had, dan zou een S-uitslag ontstaan. Deze S-uitslag zou dan moeten verdwijnen, wanneer beide maxima gelijktijdig bereikt werden of wanneer de puntcomponent zijn maximum later bereikte. SCHÜTZ zegt in zijn bespreking van de theorie van YOSHIDA dan ook, dat hiertegen pleiten de door DE BOER gepubliceerde electrogrammen met groote S-uitslagen waarbij vertraagde geleiding bestond; immers in deze gevallen werd de maximale waarde van de puntcomponent zeker later bereikt dan de maximale waarde van de basiscomponent.

Ook HOLZLÖHNER vond, dat de basisstroom langzamer steeg tot zijn maximum dan de puntcomponent, maar met dit verschil, dat dit vooral tot uiting kwam in het begin van de stijgende lijn van de curve, waardoor hierin een knik tot stand kwam. HOLZLÖHNER kwam tot de conclusie, dat de basisstroom reeds normaal uit twee componenten zou bestaan, één met een langzame en één met een snelle stijging. Vooral bij een verlenging van de relatieve refractaire phase zou dit tot uiting komen. YOSHIDA had reeds gezien, dat een monophasische curve, verkregen door afleiding van de binnenkant van de basis, een langzamere stijging vertoonde dan die, welke werd verkregen door afleiding van de buitenkant van het hart. HOLZLÖHNER beschouwde de langzame component dan ook als de actiestroom van het prikkelgeleidende weefsel, de „Trichter” bij het kikkerhart. Bij prikkeling van de kamer vanuit de boezems zou steeds de langzame component het eerst verschijnen, terwijl bij directe prikkeling van de kamer steeds het omgekeerde het geval zou zijn. Op deze z.g.n. „zweikomponentigen” basisstromen zouden dan nog weer de „Restströme” van YOSHIDA hun invloed kunnen uitoefenen en de monophasische curve kunnen deformeeren.

LERCHE ging uit van de proeven van BORUTTAU bij het kikkerhart. Hij vond daarbij, evenals reeds BORUTTAU had opgemerkt, bij de puntcomponent in vele gevallen een kleine tegengesteld gerichte voorslag. LERCHE vond echter bovendien, dat hiermee zou correspondeeren een langzame stijging van het begin van de basiscomponent, zooals HOLZLÖHNER die voor zijn monophasische afleidingen aangaf. Wanneer de laesie vlak bij de punt aangebracht was, verdween de voorslag van de puntcomponent, doch het langzame beginstuk van de basiscompo-

nent veranderde niet, begon dus niet later. Wanneer beide het gevolg waren van reststroomen was dit niet mogelijk, omdat deze dan de basiselectrode later zouden moeten bereiken. LERCHE sluit daarom de reststroomen dan ook als oorzaak uit, maar beschouwt beide verschijnselen als een gevolg van „Fernpotentiale” of in de benaming van LEWIS „extrinsic effect”. Voor beide uitslagen gold, dat de grootte werd bepaald door de grootte van de afstand der elektroden tot de gelaadeerde plaats. LERCHE meent dan ook, dat beide uitslagen gelijkgericht zijn, hoewel de punt- en basiscomponent bij de gebruikte manier van afleiden tegengesteld gericht zijn, omdat de elektrode geplaatst op de gelaadeerde plaats niet indifferent zou zijn, maar als een gewone elektrode dienst zou doen.

SCHÜTZ kon de interferentietheorie bevestigen bij reepjes hartspier van kikkers en ringslangen. Een reepje hartspier van ± 2 cm. lengte werd aan het eene einde electrisch geprikkeld. Van beide einden werd dan afgeleid met een onpolariseerbare elektrode. Er ontstond dan een electrogram met een smalle hoge initiale uitslag (de R) en, na een periode, waarin de snaar in de nulstand bleef, werd deze gevolgd door een kleine gewoonlijk tegengesteld gerichte „Nachschwankung”, een negatieve T dus. Tusschen de beide afleidingselectroden liet SCHÜTZ vervolgens gedistilleerd water inwerken, door dit er via wollen geleidingsdraadjes langs te laten vloeien. In het electrogram werd dan de R-uitslag breeder, de T sterker negatief en breeder. Tenslotte werd de geleiding in het middengedeelte van de spierreep opgeheven en er ontstond dan een monophasische uitslag in het electrogram. Korte tijd, voordat deze optrad kreeg SCHÜTZ uitslagen, waarbij de beide monophasische componenten bijna geheel uit elkaar waren geschoven. Wanneer SCHÜTZ in dit stadium gelijktijdig afleidde door middel van een tweede snaargalvanometer, met twee elektroden aan het einde, perifeer van de prikkelelektrode, dan kreeg hij hierbij een electrogram dat in niets verschilde van het electrogram voor de inwerking van het gedistilleerde water. De R-uitslag hiervan kwam echter $\frac{4}{5}$ sec. na het begin van de centrale component in de oorspronkelijke afleiding en viel ongeveer samen met het begin van de perifere component in deze afleiding.

B. EIGEN ONDERZOEKINGEN.

Doelstelling.

- 1°. Met hartspierpraeparaten, zooals deze door SCHÜTZ bij zijn experimenten werden gebruikt, werd getracht een nader inzicht te krijgen, in een mogelijk verband tusschen de richting, waarin de prikkelgolf zich voortplant en de uitslagen in het electrogram, naar aanleiding van de door DE BOER opgeworpen bezwaren tegen de door LEWIS gehuldigde opvatting.
- 2°. De invloed van een geleidend medium op het electrogram, dat bij contractie van een spierpraeparaat kon worden verkregen werd nagegaan, in verband met de door Mej. MOMM verkregen resultaten bij modelproeven.
- 3°. Onderzocht werd of verschillende uitslagen, zooals deze bij het electrocardiogram van de kikker worden gezien, op dezelfde wijze verklaard kunnen worden als de uit de modelproeven verkregen resultaten.

I. HET VERBAND TUSSCHEN GROOTTE EN RICHTING DER UITSLAGEN IN HET ELECTROGRAM EN DE RICHTING VAN DE CONTRACTIEGOLF.

Methodiek.

Bij de experimenten gebruikte ik een hartspierreep, zooals SCHÜTZ deze bij zijn experimenten bezigde. Deze werd gemaakt, door van een uitgesneden kikkerhart de kamer van de boezems te scheiden, iets boven de atrioventriculairgroeve. Vervolgens werd in de geïsoleerde kamer een snede aangebracht, loodrecht op de A-Vgroeve, tot ongeveer 2 mm. afstand van de punt, zoodat a.h.w. twee driehoeken werden verkregen, die ter plaatse van de punt met elkaar samenhangen. Volgens de richting der in elkaars verlengde liggende loodlijnen op de basis dezer driehoeken werd dan een spierreep van ongeveer 2 mm. breedte gesneden, waarvan de lengte dan ongeveer 2 cm. bedroeg. De spierreep werd bevestigd tusschen serre-fines; twee onpolariseerbare elektroden (geamalgemeerde zinkstaafjes in een pipet met Ringer,

waaruit een katoenen draad steekt) werden aan de beide einden geplaatst en verbonden met de snaargalvanometer, waarvoor het kleine model van de Eiga werd gebruikt. Een prikkelelectrode, verbonden met de secundaire klos van een inductorium, werd vervolgens op één der einden geplaatst, terwijl de openingsstroom slechts voor prikkeling werd gebruikt en wel de minimale sterkte, die een contractie kon opwekken. Bij de curve werd het tijdstip van de prikkeling aangegeven door een uitslag naar beneden van de langs de bovenrand van de film loopende lijn. Om een vertraging van de prikkelgeleiding te krijgen diende gedistilleerd water, dat uit een pipet langs wollen draadjes om het middelste deel van de spierreep vloeyde, op dezelfde wijze als SCHÜTZ dit aangaf.

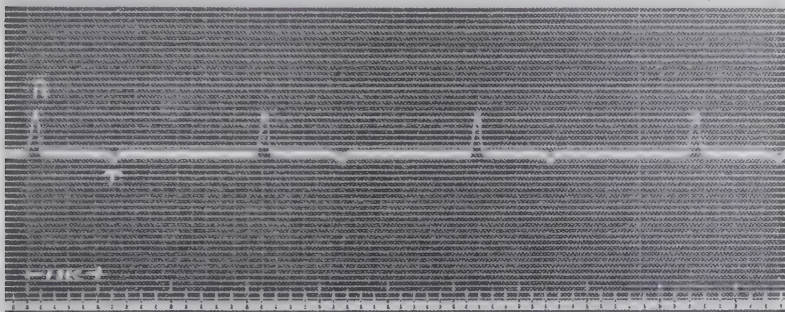


Fig. 1.

Electrogrammen van spontane contracties van een hartspierpraeparaat van een kikker.

Het electrogram vóór de verlenging van de prikkelgeleidingstijd.

Fig. 1 toont het electrogram van een op bovenstaande wijze vervaardigd praeparaat vóór de inwerking van het water. De contractiegolf begon links aan de spierreep en de afleidingselektroden waren zoodanig geplaatst, dat een negativiteit van de linker electrode een uitslag naar boven, een negativiteit van de rechter electrode een uitslag naar beneden gaf. De spierreep contraheerde spontaan. Het electrogram vertoont een hooge uitslag naar boven en, na een korte tijd waarin de snaar in de nulstand was, een uitslag naar beneden m.a.w. een R-uitslag en een kleine negatieve T.

Het electrogram na de verlenging van de prikkelgeleidingstijd.

Het volgende electrogram (fig. 2) werd genomen 20 min. na het begin van de inwerking van het gedistilleerde water. Bij de eerste twee biphasische uitslagen contraheerde de spier spontaan en verliep

de contractiegolf van links naar rechts. Bij de derde uitslag passeerde de contractiegolf het middenstuk, waar het water ingewerkt had, niet. Het electrogram vertoont van deze contractie een monophasische uitslag. De eerste twee biphasische electrogrammen zijn aan het begin gelijk aan de monophasische. Tijdens het verloop van de monophasische uitslag keerde de snaar echter snel tot dicht bij de nullijn terug, om vervolgens langzamer tot onder de nulstand uit te slaan en daarna langzaam tot de nullijn terug te keeren, op deze wijze de bekende „hak van SAMOJLOFF” vormende.

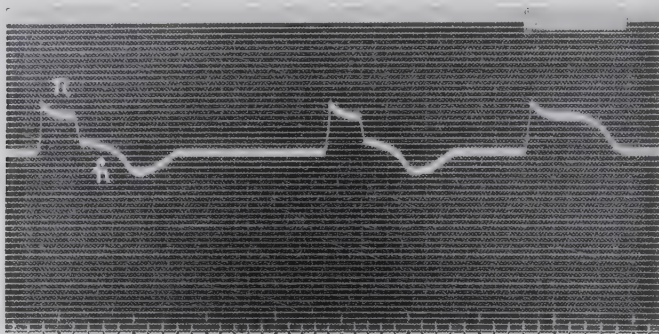


Fig. 2.

Hetzelfde praeparaat van fig. 1, 20 min. na de inwerking van aqua dest. De eerste twee spontane contracties hebben een biphasisch electrogram met breede R en een duidelijk, hak van SAMOJLOFF (h), de derde contractie na elektrische prikkeling bereikte het andere einde niet meer en heeft een monophasisch electrogram.

Na een korte pauze bleek door elektrische prikkeling weer een biphasisch electrogram te zijn ontstaan (fig. 3). Een volgende prikkel gaf echter weer een monophasische uitslag. De derde en vierde prikkel veroorzaakten biphasische uitslagen en de vijfde een monophasische uitslag. De derde en vierde contractie leverden dus biphasische electrogrammen op, die verschillen in breedte van de R-uitslag. De verbreding van de R-uitslag bij de laatste kan hier verklaard worden, evenals SCHÜTZ dit deed, in navolging van DE BOER in zijn experimenten met een dwarsnede in de ventrikel van een kikkerhart, door een verder uit elkaar schuiven van de monophasische componenten.

De T-uitslag van het laatste biphasische electrogram is dus ook grooter en de „hak” kleiner.

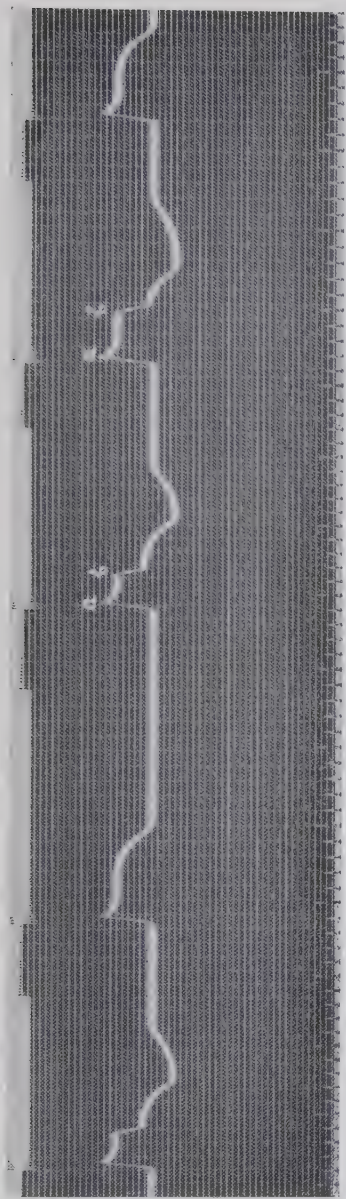


Fig. 3. Hetzelfde praeparaat van fig. 2, na een korte pauze. Bifasische electrogrammen. De afstand a—b is bij de vierde contractie groter dan bij de derde.

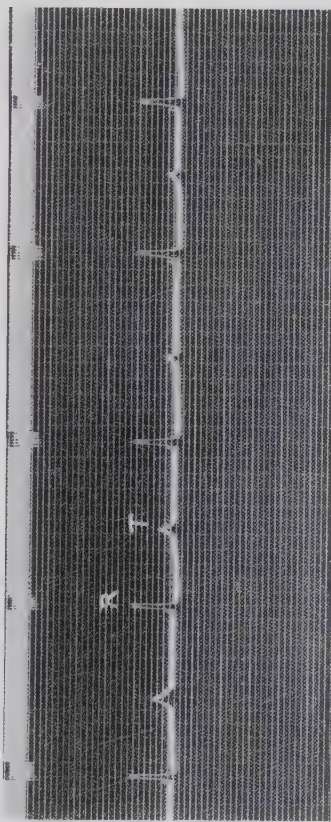


Fig. 4. Electrogrammen van een spierpraeparaat, na electrische prikkeling, met positieve T-uitslag.

Het voorkomen van een positieve T-uitslag en de verandering hiervan in een negatieve.

Bij een tweede spierpraeparaat bleek vóór de inwerking van het gedistilleerde water een positieve T-uitslag te bestaan (fig. 4), welke volgens de interferentietheorie zou moeten worden verklaard, doordat

de naar boven gerichte component langer zou duren dan de naar beneden gerichte, of aan het einde zou overwegen over de naar beneden gerichte (DE BOER). Ook in dit geval bleek na een verlenging van de prikkelgeleidingstijd door de inwerking van gedistilleerd water, de positieve T-uitslag in een negatieve te zijn veranderd (fig. 5) door een uiteenschuiven der componenten. Ook hier blijkt dit dus gepaard te zijn gegaan met een daarmee overeenkomende verbreding van de R-uitslag. (Zie DE BOER: Über den Einflusz enz.)

Interferentie van de electrogrammen van twee in tegengestelde richting verloopende contractiegolven.

Een derde spierreep (fig. 6) vertoonde enkele spontane contracties, die van rechts naar links verliepen. Na de tweede spontane contractie werden door elektrische prikkeling van het linker einde contracties opgewekt, die de spierreep van links naar rechts doorliepen. De afleidingselectroden waren hierbij evenzoo geplaatst als bij de vorige experimenten.

Het volgende electrogram (fig. 7) vertoont het resultaat na 35 min. inwerking van het gedistilleerde water. De beide eerste contracties veroorzaakten biphasische electrogrammen met een breede R-uitslag en een negatieve T. Daarna werd de geleiding in het middenstuk opgeheven, zoodat de contractiegolf de rechter electrode niet meer bereikte en er in het electrogram monophasische uitslagen ontstonden.

Na een pauze van twee minuten had de eerste contractie na prikkeling weer een monophasische uitslag veroorzaakt (fig. 8). Bij de volgende contractie was een biphasisch electrogram ontstaan, waarvan de beide componenten zoo ver uit elkaar waren geschoven, dat ze van elkaar gescheiden zijn. De volgende contracties leverden weer alleen monophasische uitslagen op. Na het druppelen van Ringer op de einden van de spierreep ontstonden weer spontaan contracties, die monophasische uitslagen veroorzaakten (fig. 9), één keer door een biphasische onderbroken. Onmiddellijk hierop aansluitend ontstond, tusschen de links beginnende spontane contracties, die tot het midden van de spierreep gingen, een spontane contractie van de rechter helft, welke het midden van de spierreep niet overschreed (fig. 10).

Het gelukte toen, door het linkereinde te prikkelen, een contractie te krijgen, juist vóór de rechterhelft actief werd. Het resultaat van deze toevalligheid was een electrogram (fig. 11), dat zich niet van de in fig. 6 opgenomen electrogrammen onderscheidt. Hierbij doorliep n.l. de contractiegolf de geheele spierreep van links naar rechts,

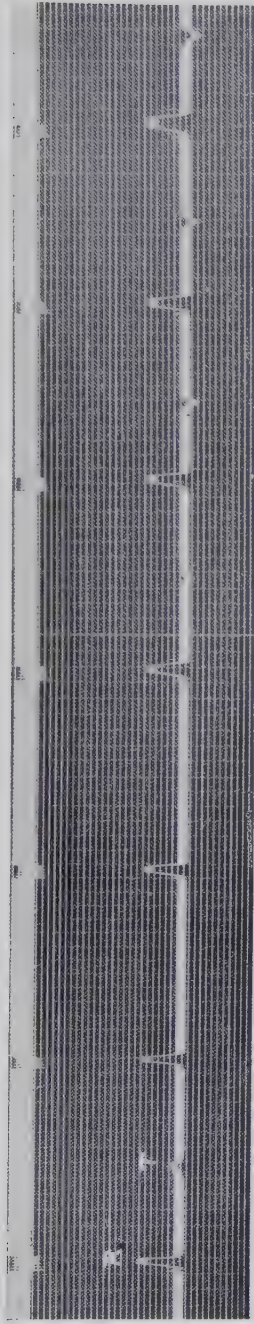


Fig. 5. Hetzelfde praeparaat van fig. 4, 4 min. na de inwerking van de R-uitslag, de T is veranderd van een positieve in een negatieve.

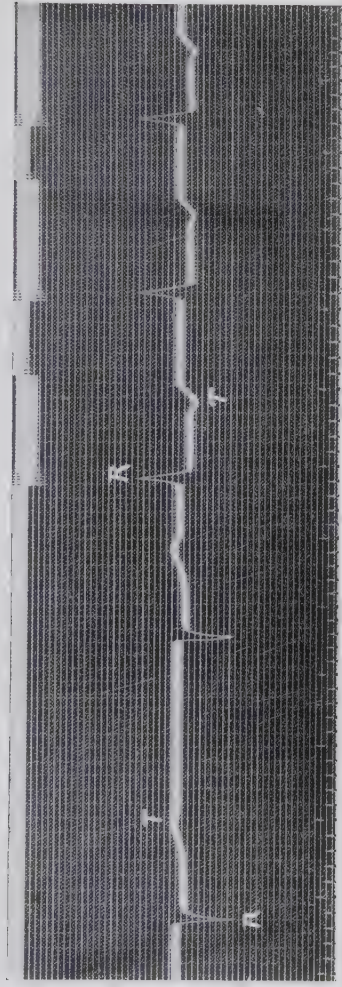


Fig. 6. Electrogrammen van een spierpraeparaat dat spontane contracties vertoonde, verlopende van rechts naar links, en daarna contracties na prikkeling, die van links naar rechts verliepen.

terwijl in dit geval de contractiegolf in de linkerhelft van links naar rechts en in de rechterhelft van rechts naar links liep. Hierop zal nog nader worden teruggekomen.

De prikkelelectrode werd vervolgens verplaatst naar het rechter eind van de spierreep. Van links gingen spontane contracties uit, die tot het midden liepen en een monophasisch electrogram opleverden. Door prikkeling van het rechtereind konden contracties op willekeurige tijdstippen, dus ook tijdens de contracties van het linkereinde, worden opgewekt. De electrogrammen (fig. 12) vertoonen een duidelijke interferentie van de beide monophasische componenten.

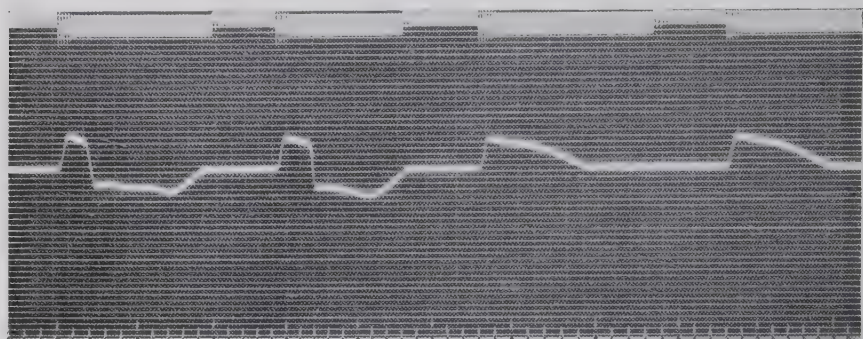


Fig. 7.

Hetzelfde praeparaat van fig. 6, 35 min. na de inwerking van aqua dest. Bij de twee laatste contracties bereikte de contractiegolf het andere einde van de spierreep niet meer.

Om niet afhankelijk te zijn van mogelijk spontaan optredende contracties, werd in volgende proeven aan beide zijden van de spierreep een prikkelelectrode aangebracht, terwijl de momenten van prikkeling door middel van twee signalen bij de curve werden aangegeven door uitslagen van twee langs de bovenrand van de film verlopende lijnen, waarbij de bovenste lijn het verbreken van de primaire stroomkring van de rechter prikkelelectrode aangeeft en de onderste lijn die van de linker. De plaatsing der afleidingselectroden was dezelfde als bij de voorafgaande proeven.

Aanvankelijk vertoonde de spierreep van links uitgaande spontane contracties (fig. 13). Na 20 min. inwerking van gedistilleerd water op het middengedeelte van de spierreep werden geen spontane contracties meer verkregen en werd overgegaan tot elektrische prikkeling (fig. 14). De prikkelgeleiding bleek daarbij in het middengedeelte niet te zijn opgeheven, maar wel sterk vertraagd te zijn. Na prikkeling van de linkerkant ontstond een electrogram, waarbij de R-uitslag sterk

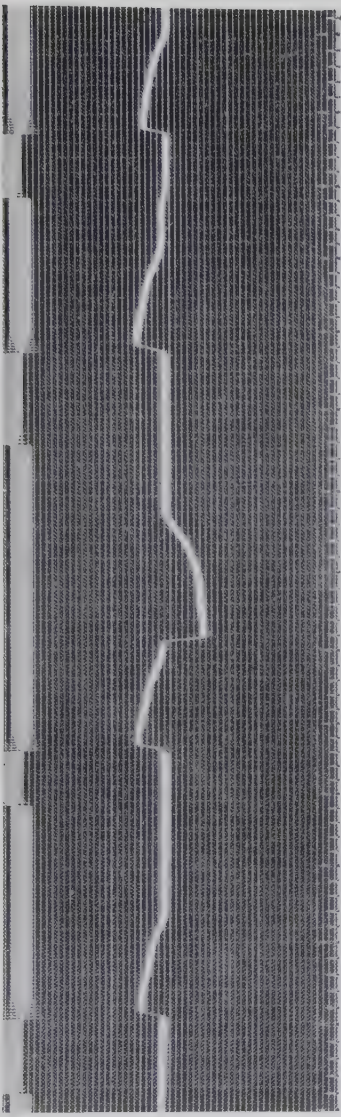


Fig. 8. Hetzelfde praeparaat van fig. 7, 2 min. later. Alleen de tweede contractie bereikte het andere einde van de spierreep. Beide componenten van het electrogram hiervan zijn volledig gescheiden.

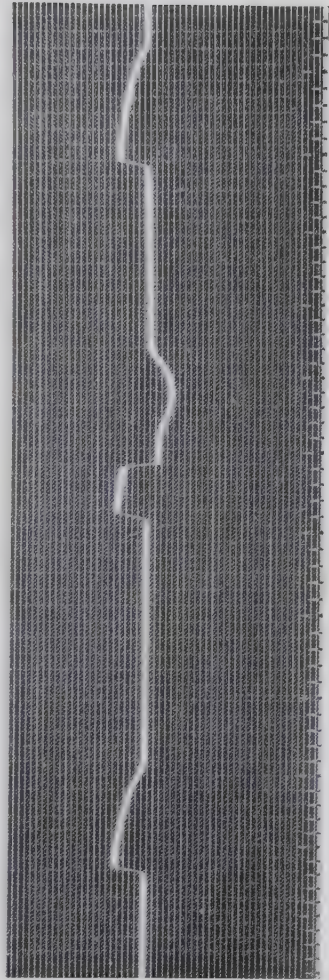


Fig. 9. Hetzelfde praeparaat van fig. 8 onmiddellijk hierna. De monofasische componenten in het electrogram van de tweede contractie zijn hier weer verder over elkaar geschoven.

verbreed was en de T negatief. Prikkeling aan de andere zijde leverde even groote uitslagen op, doch tegengesteld gericht aan de vorige, met een iets grootere T-uitslag.

Het samenbotsen van twee contractiegolven.

Wanneer de prikkel rechts werd toegediend onmiddellijk na de prikkeling links, dan ontstond een electrogram met een smalle R-uitslag en een kleine positieve T, dus een electrogram, dat het normale

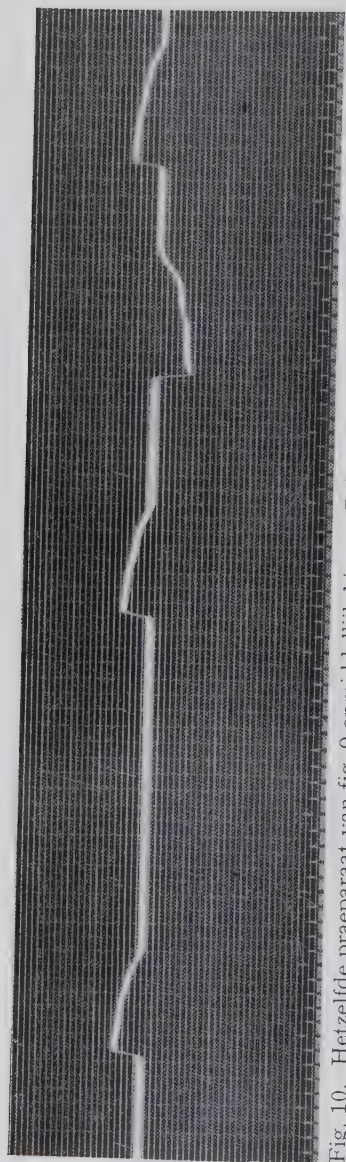


Fig. 10. Hetzelfde praeparaat van fig. 9 onmiddellijk hierna. Drie spontane contracties van links uitgaande, welke het midden niet overschreden. De electrogrammen vertoonen alleen naar boven gerichte monofasische uitslagen. De derde contractie verliep van rechts naar links en overschreed het midden eveneens niet en leverde een monofasische uitslag naar beneden op.

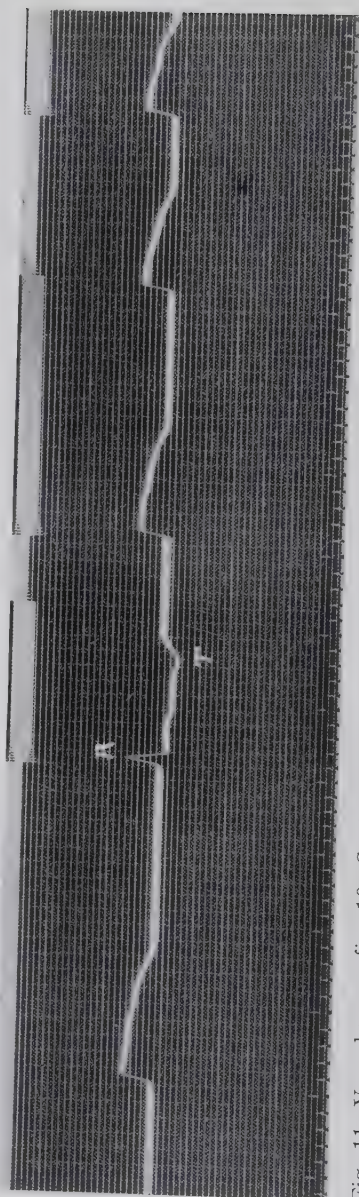
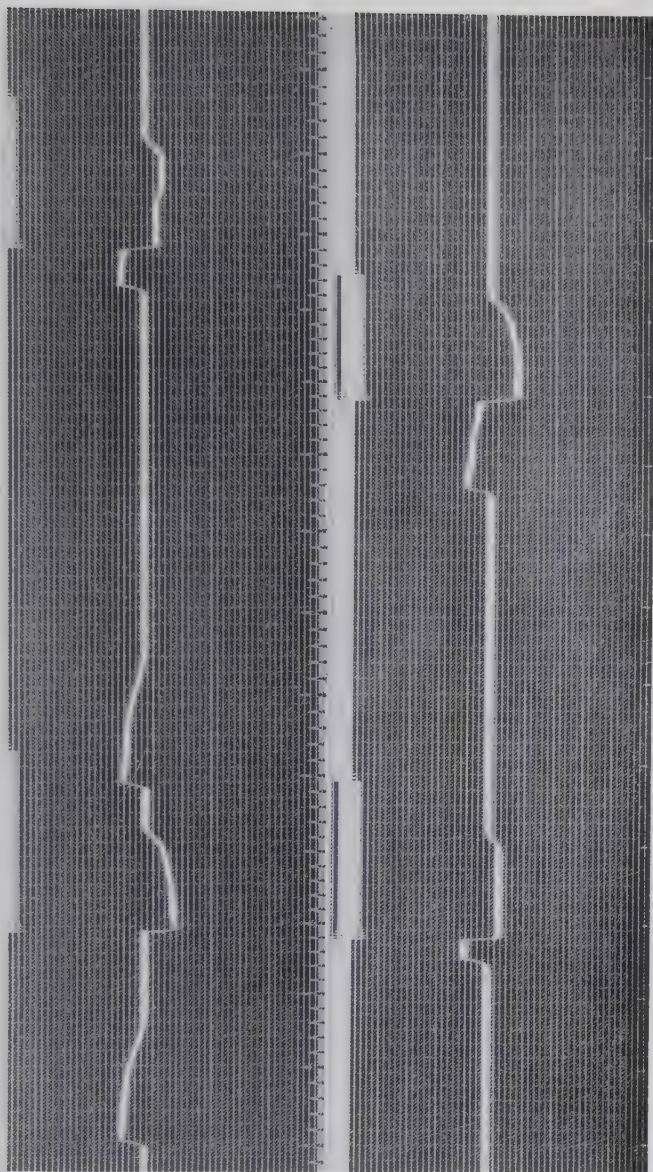


Fig. 11. Vervolg van fig. 10. Contracties van links uitgaande na elektrische prikkeling, die het midden niet overschreden. Een gelijktijdig ontstane spontane contractie van rechts leverde door interferentie met een der andere een normaal electrogram op met R-uitslag en negatieve T.

benadert en te verklaren is door de interferentie van twee monofasische uitslagen, waarvan de naar boven gerichte langer zou moeten duren dan de naar beneden gerichte. In dit geval waren dus van beide einden twee contractiegolven naar elkaar toegegaan; immers er bestond een zekere mate van vertraagde prikkelgeleiding, zodat het uitge-

Fig. 12. Hetzelfde praeparaat van fig. 11. De prikkelelectrode werd verplaatst naar het rechter einde van de spierreep. Spontane contracties van links en gelijktijdige contracties na prikkeling van rechts leverden electrogrammen op, die het resultaat van interferentie der monophasische electrogrammen zijn.



sloten kon worden geacht, dat de van links uitgaande contractiegolf het rechter einde reeds zou hebben bereikt, voordat de andere prikkelgolf hier kon zijn ontstaan als gevolg van de hier toegediende prikkel. Ergens tusschen de beide prikkelelectroden moeten deze beide contractiegolven op elkaar zijn gebotst, waarna ze werden uitgebluscht.

Over het samenbotsen van twee contractiegolven in het hart schreef DE BOER: „als een contractiegolf (prikkelgolf) zich in prikkelbaar weefsel voortplant, kan hij niet op zijn weg terug keeren. Dit wordt verhinderd door het refractaire stadium, dat met de contractiegolf (prikkelgolf) gepaard gaat”. DE BOER kwam tot deze uitspraak op grond van het volgende experiment. Hij plaatste bij een kikkerhart een prikkelelectrode in de A-V-groeven. Door een inductieprikkel

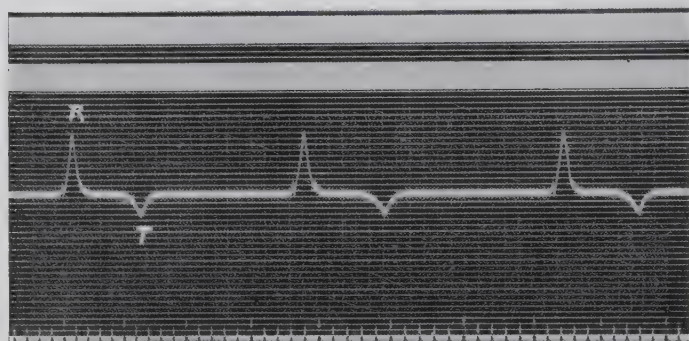


Fig. 13.

Electrogrammen van spontaan van links uitgaande contracties van een spierpraeparaat.

werden aldus zoowel de kamer als de boezems getroffen. Door vergiftiging met digitalis werd dan het refractaire stadium verlengd. Door een inductieprikkel op het eind van de diastole kon DE BOER de kamer niet doen contraheeren. De boezems waren echter niet refractair, de prikkel plantte zich dus wel voort naar de boezems. Tegelijkertijd kwam echter van de andere kant de sinusimpuls in de boezems. Beide contractiegolven botsten op elkaar en werden dan uitgebluscht. Er was dan een, zooals DE BOER dit noemt, hybride systole ontstaan. Ook bij niet vergiftigde harten zag DE BOER in meerdere gevallen hetzelfde.

Over het electrogram van deze hybride boezemsystole zegt DE BOER het volgende: „Het was bij zijn onderzoek na extraprikkeling van de kamer aan DE BOER reeds opgevallen, dat in sommige gevallen geen P-uitslag in de electrogramcurve van de extrasystole te bekennen was. Het bleek hem nu, dat in deze gevallen de volgende sinusimpuls met de contractiegolf, die na de extraprikkel ontstaan was en vanaf de A-V groeven kwam aanzetten, was samengebotst, zoodat de beide afleidingselektroden even sterk electronegatief waren”.

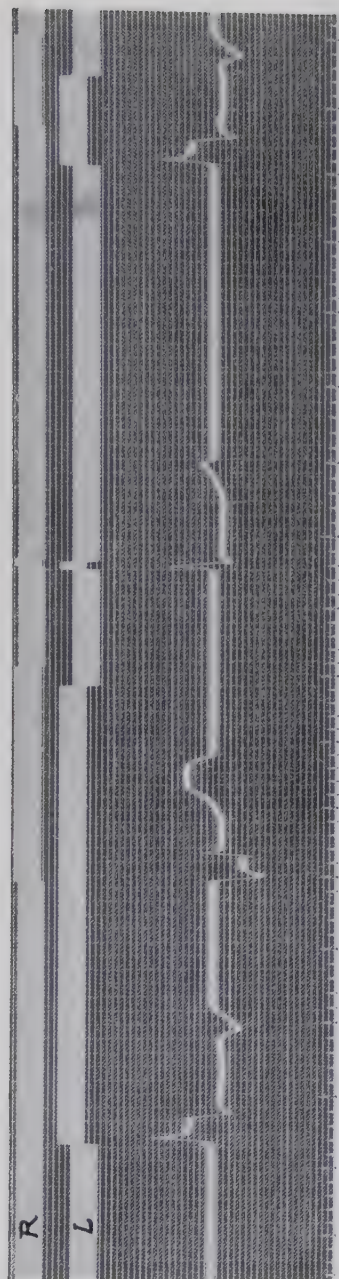


Fig. 14. Hetzelfde praeparaat van fig. 13 na 20 min. inwerking van aqua dest. Electrogrammen na prikkeling links en rechts. Het derde electrogram is het resultaat van prikkeling onmiddellijk na elkaar, waardoor een samenbotsen der contractiegolven ontstaat. Bij het vierde electrogram viel de prikkel rechts in het refractair stadium.

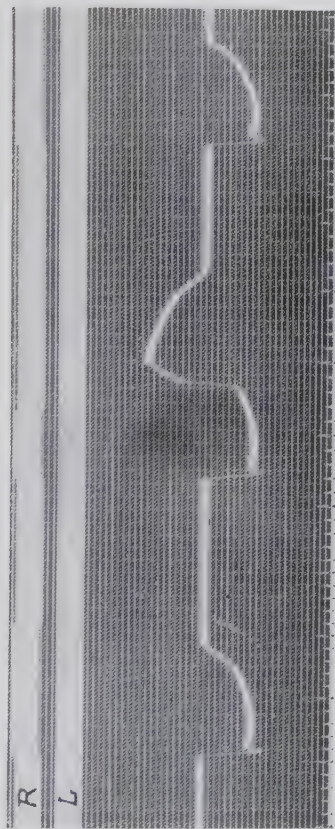


Fig. 15. Hetzelfde praeparaat van fig. 14 na 40 min. prikkeling rechts. De tweede contractie bleek het linker einde nog te bereiken. De componenten van het electrogram hiervan zijn bijna gescheiden, de andere contracties passeerden het midden niet meer, waardoor het electrogram alleen monophasische uitslagen vertoont.

In het geval van het samenbotsen van de contractiegolven bij de spierrep kan dezelfde verklaring gegeven worden, als DE BOER aangaf voor het samenbotsen van de contractiegolven in de boezems van

kikkerharten. Ook hier zal dus bij de botsing het voortgaan der contractiegolf van links naar rechts onmogelijk zijn geweest, omdat de spier nog refractair was door de contractiegolf, die van rechts naar links ging. Hetzelfde geldt ook voor het omgekeerde. Het electrogram was in dit geval dus een vrijwel normaal electrogram, maar het kan

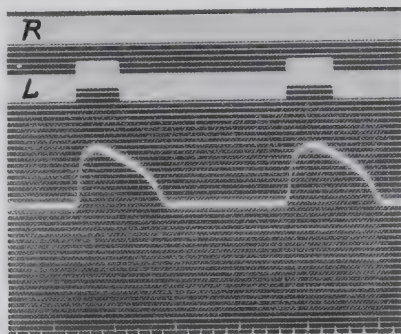


Fig. 16.

Hetzelfde praeparaat van fig. 15 onmiddellijk hierna, na opgeheven geleiding in het middenstuk. Na prikkeling links overschreed de contractiegolf het midden niet, waardoor in het electrogram monophasische uitslagen zijn ontstaan.

niet uitgesloten worden geacht, en het zal zelfs zeer waarschijnlijk zijn, dat bij een zuiver gelijk zijn der monophasische componenten, die op hetzelfde tijdstip de afleidingselectroden passeeren, de snaar in de nulstand zal blijven, al kon dit nog niet experimenteel bij de spierpraeparaten worden bevestigd.

Wanneer de prikkel rechts iets later werd toegediend, had deze geen resultaat, omdat de contractiegolf het rechter einde al bereikt had, waardoor de spier refractair was op het moment, waarop de prikkel werd toegediend.

Interferentie door prikkeling aan beide einden na opgeheven geleiding in het middenstuk.

Na een langere inwerking van de aqua dest. werd de prikkelgeleidings-snelheid steeds kleiner, zoodat de componenten bijna geheel uit elkaar schoven (fig. 15). Korten tijd hierna bleek de contractiegolf het middenstuk niet meer te kunnen passeeren (fig. 16). Dan werd op verschillende tijdstippen na de prikkeling met de rechter electrode met de linker electrode geprikkeld. Op deze wijze werden electrogrammen

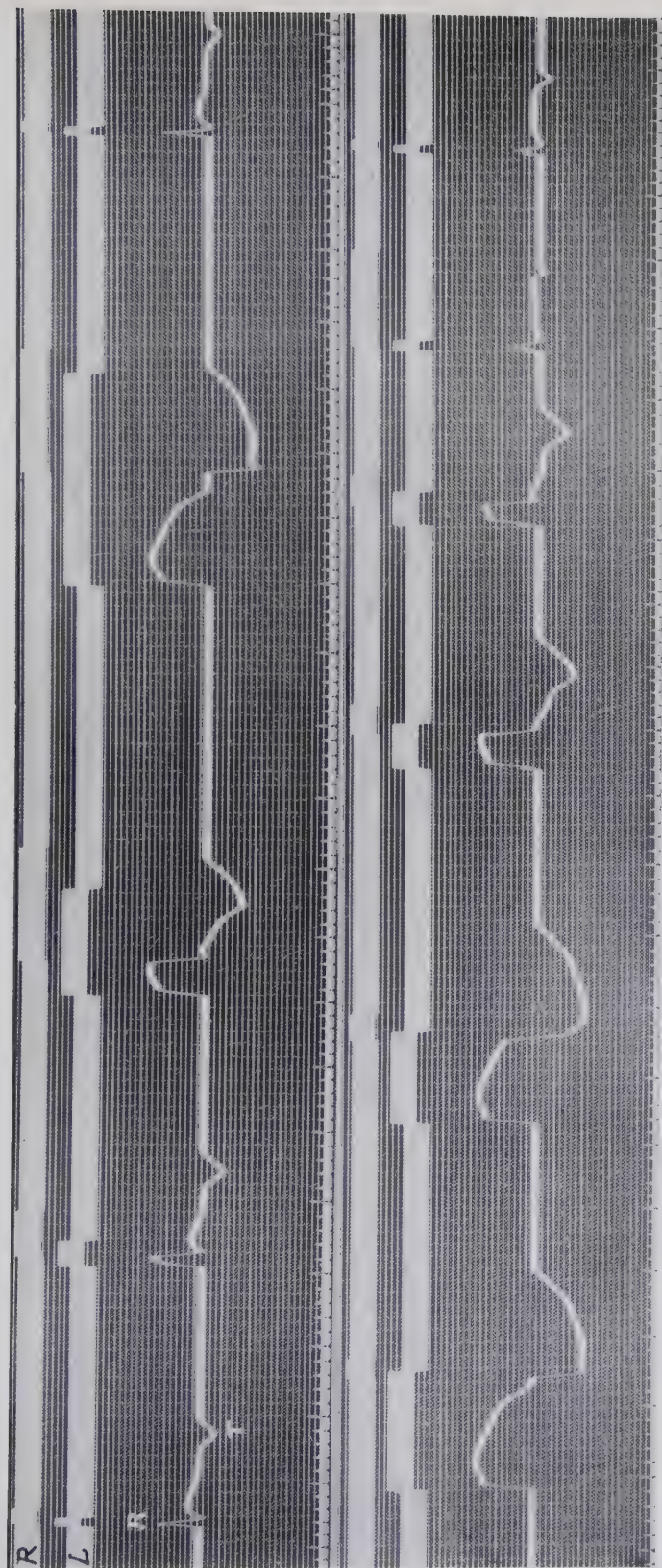


Fig. 17. Hetzelfde praeparaat van fig. 16, 5 min. later. Prikkeling aan beide einden. De electrogrammen vertoonen een duidelijk beeld van de interferentie der beide monophasische componenten in verschillende stadia.

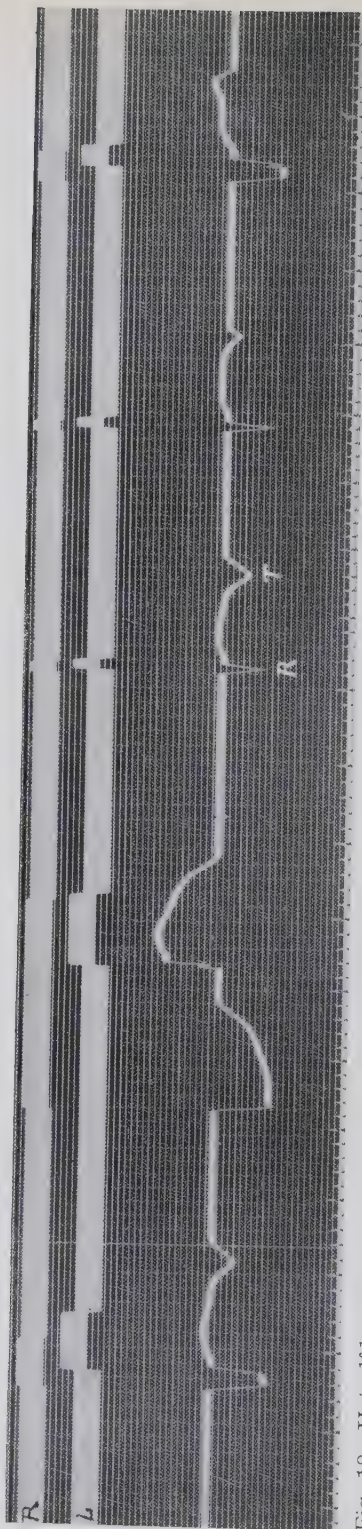


Fig. 18. Hetzelfde praeparaat van fig. 17. Hier werd eerst rechts en daarna links geprikkeld. De T is hier in twee electrogrammen positief.

verkregen, die duidelijk de algebraïsche som zijn van de beide monofasische componenten, m.a.w. een duidelijke interferentie vertoonen (fig. 17). Deze electrogrammen verschillen in niets van die, welke werden verkregen door vertraging van de geleiding in het middendeel, wanneer alleen links werd geprikkeld en de prikkelgolf de geheele spierreep van links naar rechts doorliep. Ook hierop zal nog worden teruggekomen. Hoewel niet in alle gevallen de grootte der monofasische componenten tijdens het experiment constant bleef, bleek hier de naar beneden gerichte component bij de meeste contracties langer te duren dan de naar boven gerichte. Daarom werd nog enkele keeren met de rechter electrode eerder geprikkeld dan met de linker. Het bleek daarbij inderdaad dat, wanneer onmiddellijk na elkaar werd geprikkeld, de T-uitslag positief werd (fig. 18) terwijl, wanneer de prikkels iets later na elkaar kwamen, deze negatief bleef.

THEORETISCHE BESCHOUWINGEN.

Volgens de theorie van LEWIS wordt de richting van de uitslag van de snaar bepaald door de richting van de contractiegolf in het hart, hetgeen in het historisch overzicht werd vermeld.

In de experimenten met de spierreep bleek echter, dat de naar beneden gerichte monofasische uitslag, die ontstond wanneer door

sterke geleidingsvertraging beide componenten uit elkaar waren geschoven, niet te onderscheiden is van de naar beneden gerichte uitslag, die ontstond, wanneer na opgeheven geleiding van het middenstuk van de spierreep door aqua dest. het andere einde werd geprikkeld. Dus eenzelfde electrogram werd verkregen, hoewel in het eene geval een spiergedeelte door de contractiegolf werd doorlopen van links naar rechts en in het andere geval hetzelfde spiergedeelte van rechts naar links. Hieruit volgt dus, dat de richting van de prikkelgolf niet van invloed kan zijn op het ontstaan van de uitslagen van de snaargalvanometer. Wat hier geldt voor de monophasische uitslagen, kan ook worden gezegd van de biphasische.

De electrogrammen, die ontstonden bij een spierreep, die door de contractiegolf in één richting werd doorlopen, verschilden niet van die, waarbij na blokkeering van het middenstuk, de eene helft van de spierreep in tegengestelde zin door een contractiegolf werd doorlopen.

In één geval werd aangetoond, dat twee tegen elkaar botsende contractiegolven werden uitgebluscht, terwijl toch een vrijwel normaal electrogram ontstond, zoodat ook hier kan worden aangenomen, dat alleen het passeeren van de contractiegolven langs de afleidings-electroden van invloed geweest kan zijn op het ontstaan van het electrogram.

Een contractiegolf, die door een blokkeering van de prikkelgeleiding tusschen de afleidingselectroden, het andere einde van de spierreep niet bereikte en dus alleen onder één electrode passeerde, leverde alleen monophasische curven op. De aldus ontstane potentiaalverschillen, konden gelijktijdig met dezelfde snaargalvanometer worden geregistreerd, waarbij ze uitslagen opleverden, die niet verschilden van die, welke werden verkregen door, door middel van geleidingsvertraging, de monophasische componenten uit elkaar te laten schuiven.

De vorm van het electrogram wordt bij spierreepen dus ten eerste bepaald, door het moment waarop de prikkelgolf de afleidingselectroden passeert, waarbij het onverschillig is in welke richting dit geschiedt.

Ten tweede wordt de vorm van het electrogram bepaald, door de vorm en grootte der monophasische componenten, die door interferentie het electrogram doen ontstaan. Hieruit volgt dus tevens, dat het voor het verklaren van het electrogram van het grootste belang is te weten, waardoor de vorm en grootte der monophasische componenten wordt bepaald en welke invloeden hier vormveranderingen kunnen veroorzaken.

II. DE INVLOED VAN EEN GELEIDEND MEDIUM OP HET ELECTROGRAM VAN EEN HARTSPIERPRAEPARAAT.

1. Het electrogram van een hartspierpraeparaat bij een normale prikkelgeleidingstijd.

Inleiding en methodiek.

Mej. MOMM zag bij haar proeven, waarbij werd afgeleid van een van een „Querschnitt” voorzien hartspierpraeparaat op een in physiologische zoutoplossing gedrenkt stukje filtreerpapier, voor de monofasische uitslag, die ontstond als werd afgeleid zonder onderlaag, een positieve voorslag verschijnen bij contractie van de spier. Dat bij de afleiding van een „Querschnitt” een positiviteit kon worden waargenomen werd door haar in een reeks modelproeven, welke in het historisch overzicht werden vermeld, aangetoond.

Er werd nu in de volgende proeven nagegaan, of deze voorslag ook van invloed kon zijn bij het ontstaan van het normale electrogram, waarbij dus geen „Querschnitt” was aangebracht.

Voor dit doel werd gebruik gemaakt van spierreepen, zooals deze in de vorige proeven werden gebruikt, waarbij deze dan werden gelegd op een in Ringer gedrenkt stukje filtreerpapier van $\pm 2\frac{1}{2}$ cm. lengte en $1\frac{1}{2}$ cm. breedte. Deze grootte werd gekozen, omdat hierbij voldoende grootte uitslagen werden verkregen, terwijl de door een geleidende onderlaag veroorzaakte veranderingen hierbij duidelijk aanwezig waren. De plaatsing der afleidingselectroden was dezelfde als bij de proeven zonder onderlaag, evenals de wijze van prikkeling.

Het electrogram van een spierreep met geleidend medium.

Fig. 19 vertoont het electrogram, dat werd verkregen zonder onderlaag na elektrische prikkeling, waarbij dus weer een enkelvoudige smalle R-uitslag en een negatieve T aanwezig zijn. Na plaatsing van het praeparaat op een geleidende onderlaag bleek het electrogram aanzienlijk te zijn veranderd (fig. 20). De initiale uitslag bestaat niet alleen meer uit een enkelvoudige R-uitslag, maar deze is minder hoog geworden en heeft twee toppen en wordt voorafgegaan door een kleine, tegengesteld gerichte uitslag, die gelijkenis vertoont met de Q-uitslag van het electrocardiogram van de mensch en gevolgd wordt door een tegengesteld gerichte uitslag, welke grooter is dan de „Q” en kleiner dan de toppen der R-uitslag en overeenkomst vertoont met de S-uitslag van het electrocardiogram van de mensch. De T-uitslag

is biphasisch geworden met een uitslag naar beneden, welke iets kleiner is dan de T van het electrogram van het praeparaat zonder onderlaag en gevolgd wordt door een kleine naar boven gerichte uitslag. De S-uitslag en de eerste top van de biphasische T zijn dus gelijk gericht, terwijl volgens LEWIS en CRAIB bij amphibiën en reptielen de T-uitslag tegengesteld gericht is aan de laatste uitslag van het initiale complex m.a.w. indien een S-uitslag aanwezig is, zou de T positief moeten zijn. Door DE BOER werden echter groote S-uitslagen en negatieve T-uitslagen geregistreerd.

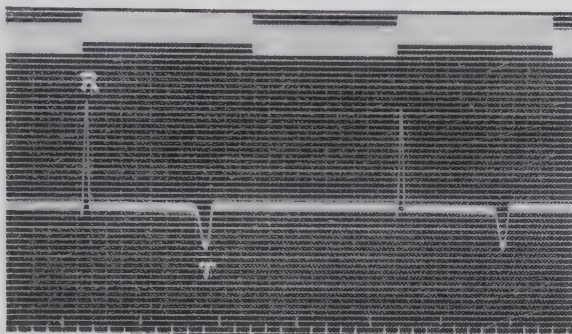


Fig. 19.

Electrogrammen van contracties van een spierpraeparaat na electriche prikkeling.

Monophasische afleiding.

Vervolgens werd de afleidings-electrode, die op de grootste afstand van de prikkelelectrode was gelegen, vervangen door een electrode waarin de physiologische zoutoplossing was vervangen door een 10 % KCl oplossing, zooals werd aangegeven door VON WERZ. Hierdoor ontstond een demarcatiëstroom, waardoor de contractiegolf deze electrode niet meer kon bereiken.

Het electrogram (fig. 21) vertoont dan een naar boven gerichte uitslag, welke van een zuiver monophasische verschilt door het voorkomen van een voorslag, zooals werd beschreven door Mej. MOMM. Bovendien wordt de uitslag naar boven gevolgd door een kleinere doch tegengesteld gerichte uitslag. Verder valt aan de uitslag op te merken, dat afgezien van deze twee kleine tegengesteld gerichte uitslagen, na de stijging, de snaar niet eenige tijd in deze stand is blijven volharden, maar onmiddellijk is teruggegaan, waardoor de curve na de stijging een daling vertoont, welke echter de nullijn niet bereikt, om vervolgens na een geringe stijging weinig meer van de tot dusver

geziene monophasische curven te verschillen. Eenvoudigheidshalve zal voortaan worden gesproken van een naar boven of naar beneden gerichte monophasische uitslag, indien de richting van de uitslag, afgezien van de voorslag en de kleine uitslag aan het eind, naar boven of beneden gericht is.

Fig. 22 toont het electrogram na verwijdering van de onderlaag. De voorslag blijkt te zijn verdwenen (de kleine onregelmatigheid aan het begin kan worden toegeschreven aan de elektrische prikkeling). Van de kleine uitslag aan het eind is geen spoor meer aanwezig, terwijl

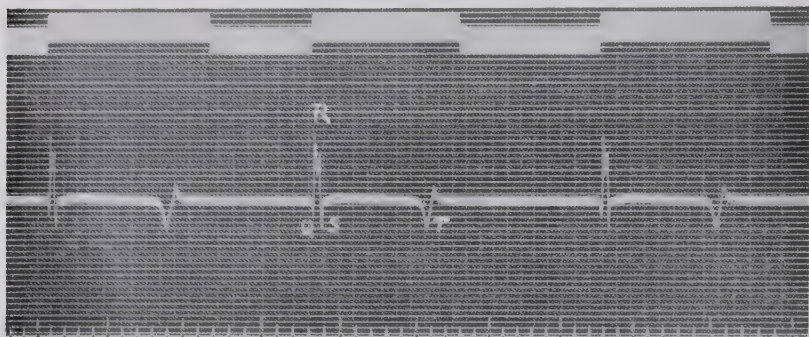


Fig. 20.

Hetzelfde praeparaat van fig. 19 thans op een geleidende onderlaag. In de electrogrammen Q- en S-uitslagen en een biphasische T.

de top naar boven, behorende bij de groote uitslag naar boven, hier nog slechts even is aangeduid en niet meer uitkomt boven het niveau van de verdere uitslag. Na verwijdering van de onderlaag bleek dus het electrogram weer zuiver monophasisch te zijn geworden.

Het ontstaan van de enkelvoudige en gespleten R-uitslag.

Fig. 23 is het electrogram van een spierreep op een onderlaag, waarbij de spierreep spontane contracties vertoonde. Dit electrogram verschilt van die van het vorige praeparaat (fig. 20) door het ontbreken van de twee toppen van de R-uitslag. De R is hier enkelvoudig, zooals dit ook zonder onderlaag het geval was. Ook hier is een duidelijke tegengesteld gerichte uitslag voor en na de R-uitslag aanwezig, welke hier ook naar analogie van het electrogram van de mensch Q en S zullen worden genoemd. Verder is ook hier een biphasische T aanwezig met de grootste uitslag naar beneden. Het electrogram, nadat de rechter electrode door een KCl-electrode was vervangen, (fig. 24)

vertoont een groote voorslag, een duidelijke uitslag in de zelfde richting als de voorslag aan het eind, terwijl de begintop van de naar boven gerichte uitslag hier minder op de voorgrond treedt dan in het vorige

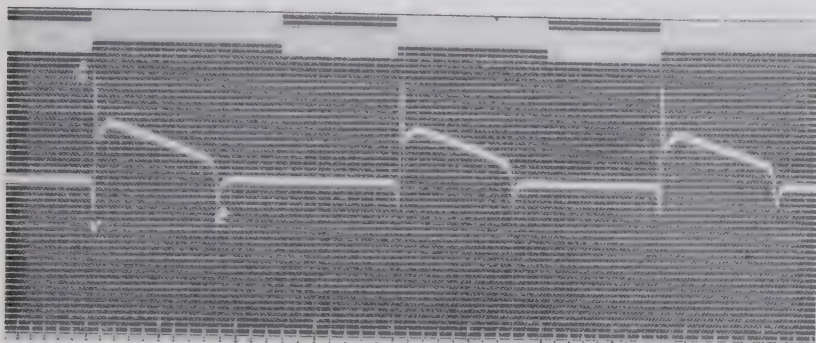


Fig. 21.

Hetzelfde praeparaat van fig. 20. De rechter afleidingselektrode is vervangen door een KCl-electrode. De monophasische electrogrammen vertoonnen een groote voorslag (V) een steile top aan het begin en een kleine uitslag aan het eind (e).

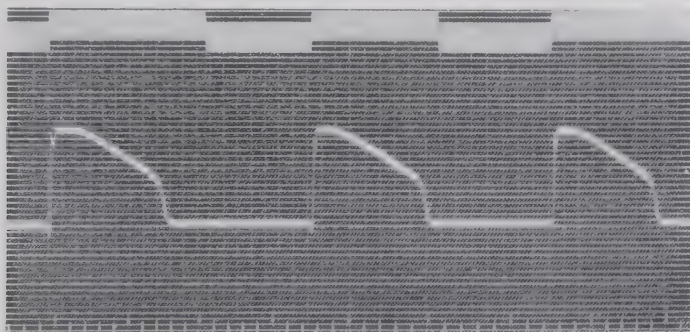


Fig. 22.

Hetzelfde praeparaat van fig. 21, na verwijdering van de geleidende onderlaag. Het electrogram is weer zuiver monophasisch.

geval. In de meeste gevallen was deze uitslag echter aanzienlijk; een voorbeeld hiervan geeft fig. 25. Voor de vervanging van de rechter elektrode door de KCl-electrode (fig. 26), was er een enkelvoudige R-uitslag in het electrogram van een spontane contractie en een gespleten R-uitslag in twee electrogrammen na electriche prikkeling. Duidelijk valt hierbij op, dat de R-uitslag in de laatste gevallen breder en de naar beneden gerichte uitslag van de T iets grooter is dan bij het eerste electrogram. Ook is de R bij het electrogram van de

spontane contractie iets hoger dan de hoogste van de beide toppen van de R in de beide andere electrogrammen.

2. De invloed van een verlenging van de prikkelgeleidingstijd.

Methodiek.

Er werd getracht ook bij de spierrepen op een geleidende onderlaag een vertraging van de prikkelgeleiding tot stand te brengen. De moeilijkheid hierbij was te zorgen, dat het gedistilleerde water niet kon vloeien

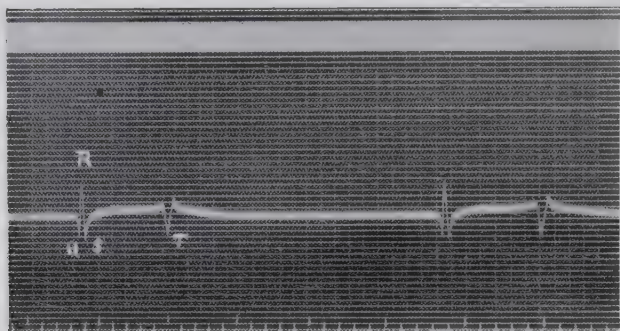


Fig. 23.

Electrogrammen van spontane contracties van een hartspierpraeparaat op een geleidende onderlaag. Q.R.S.-uitslagen en een biphasische T.

op het filtreerpapier, dat in physiologische zoutoplossing was gedrenkt.

In het filtreerpapiertje werd daarom een gaatje gemaakt van 2 à 3 mm. middellijn. De spierreep werd dan op het filtreerpapiertje gelegd, zoodanig dat het gaatje precies onder het midden kwam. Door dit gaatje werden dan de wollen draadjes geleid, waarlangs het gedistilleerde water kon afvloeien, zonder dat dit met het filtreerpapier in aanraking kwam. Die gevallen, waarbij dit niet vaststond werden voor de waarneming niet gebruikt.

Het gaatje in de onderlaag bleek op het electrogram zonder invloed te zijn, zooals uit een aantal vergelijkingsproeven bleek.

Het electrogram na verlenging van de prikkelgeleidingstijd.

Fig. 27 toont het electrogram van een spierpraeparaat vóór de inwerking van het water. Dit electrogram vertoont hetzelfde beeld, zooals dit reeds werd beschreven, de gespleten R-uitslag, de Q en de S en de biphasische T-uitslag.

Fig. 28 vertoont het electrogram van hetzelfde praeparaat, 10 min. na het begin van de inwerking van het water. De R-uitslag blijkt aanzienlijk breder te zijn geworden, de Q- en de S-uitslag zijn even groot gebleven.

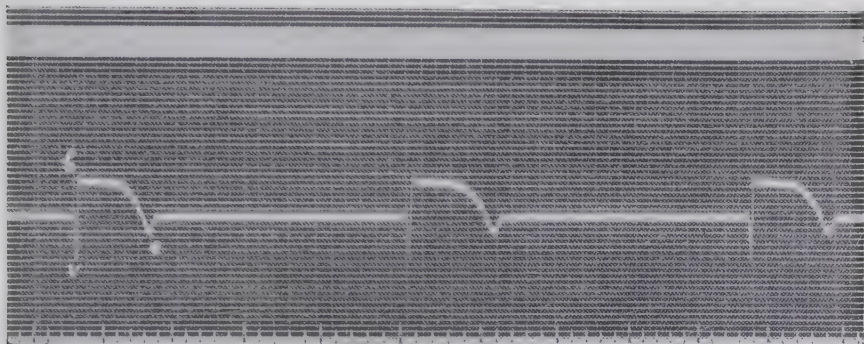


Fig. 24.

Hetzelfde praeparaat van fig. 23. De rechter electrode is vervangen door een KCl-electrode. In de electrogrammen een groote voorslag (V) een kleine begintop (b) en een uitslag aan het eind (e).

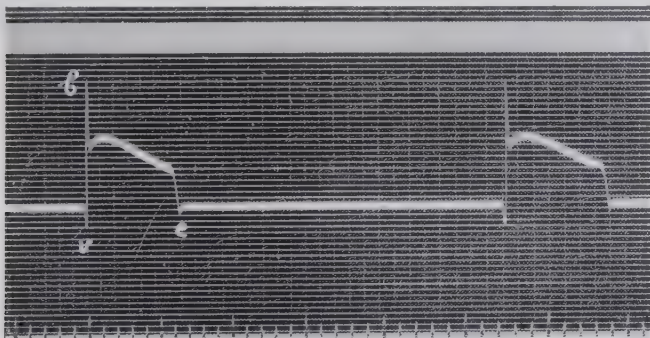


Fig. 25.

Een hartspierpraeparaat op een geleidende onderlaag met monofasische afleiding. Groote begintop (b), kleine voorslag (v) en kleine uitslag aan het eind (e).

Prikkeling aan beide einden.

Tijdens de verdere inwerking van de aqua dest. werd een tweede prikkelelectrode aangebracht aan het andere einde van de spierrep. Het signaal van deze electrode werd boven het oorspronkelijke signaal aangebracht, op dezelfde wijze dus als dit in de proeven zonder onderlaag in het vorige hoofdstuk werd vermeld.

Na 25 min. inwerking van het water bleek na prikkeling van het linker einde de contractiegolf het andere einde niet meer te bereiken. Het electrogram (fig. 29) vertoont een monophasische uitslag met een duidelijke voorslag en een steile begin-top van de naar boven gerichte

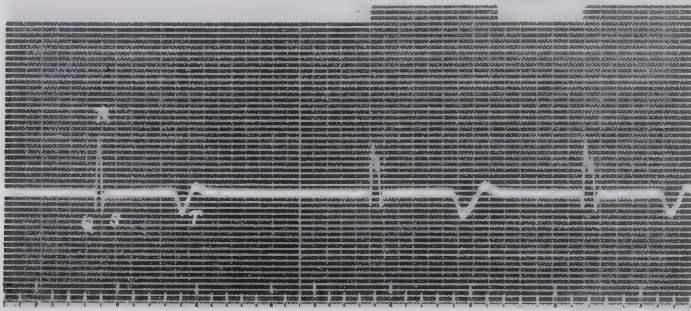


Fig. 26.

Hetzelfde praeparaat van fig. 25, voor de vervanging van de eene electrode door een KCl-electrode. Het eerste electrogram, van een spontane contractie, heeft een enkelvoudige R-uitslag en de twee volgende electrogrammen, na electriche prikkeling, hebben een gespleten R-uitslag.

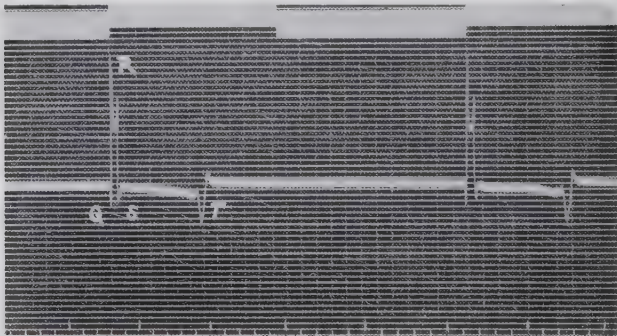


Fig. 27.

Electrogrammen van de contracties van een hartspierpraeparaat op een geleidende onderlaag, na electriche prikkeling.

uitslag. De uitslag aan het einde, die in vele gevallen werd waargenomen, ontbreekt hier. Wanneer hierna het rechter einde werd geprikkeld, bereikte de hier ontstane contractie het linker einde niet. Ook hier ontstond dan een monophasische uitslag in het electrogram met een duidelijke voorslag en de steile begintop van de groote uitslag.

Werden de prikkels daarna na elkaar gegeven, zoodat de rechter helft iets na de linker helft in contractie kwam, dan ontstond een electrogram,

Fig. 28. Hetzelfde praeparaat van fig. 27, 10 min. na de inwerking van aqua dest. op het middenstuk. Verbredening van de R-uitslag.

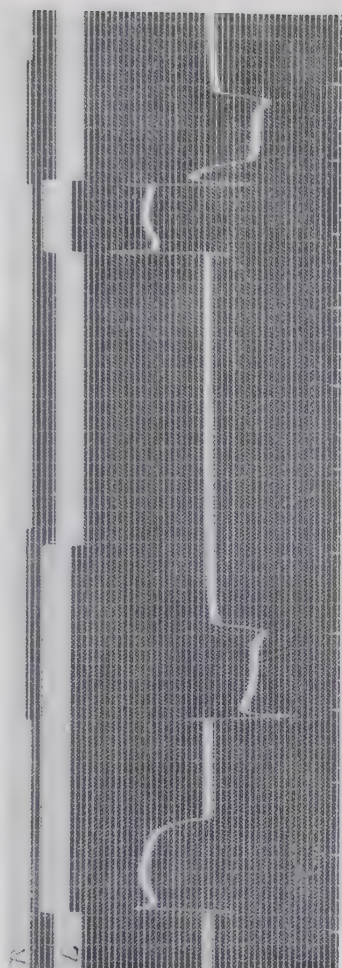
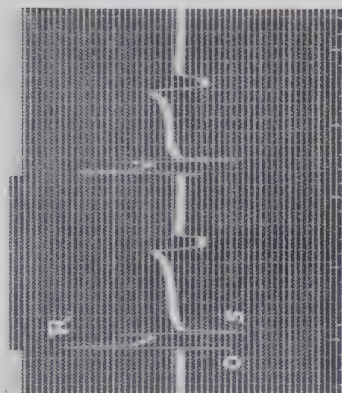


Fig. 29. Hetzelfde praeparaat van fig. 28, 25 min. later. De geleiding in het middenstuk is opgeheven. In het electrogram monophasische uitslagen na prikkeling links en rechts. De derde contractie ontstond na prikkeling van beide einden. Het electrogram hiervan is het resultaat van de interferentie van de beide monophasische componenten.

dat een duidelijk beeld van de interferentie der beide componenten geeft. Toen getracht werd hiervan een herhaling te verkrijgen (fig. 30) bleek inmiddels de geleiding in het middenstuk van de spierreep zich, door een stagnatie in de toevoer van het water, weer iets te hebben hersteld. De van links uitgaande contractiegolf bereikte het rechter einde, voordat hier een prikkel werd toegediend. Toen deze prikkel werd gegeven bleek deze dan ook in het refractaire stadium te vallen, en dus zonder resultaat te zijn. Het electrogram vertoont hetzelfde beeld van duidelijke interferentie der monophasische componenten, waarbij beide componenten iets verder over elkaar zijn geschoven dan in het vorige electrogram. De hierop volgende electrogrammen,

verkregen door prikkeling van de beide eindén onmiddellijk na elkaar, vertoonén een vrijwel normaal beeld, waarbij dient te worden opgemerkt, dat de T-uitslag hier negatief is en niet biphasisch.

Door de prikkels nog iets vlugger op elkaar te laten volgen werd ook een electrogram verkregen, waarbij de R-uitslag enkelvoudig is (fig. 31). Wanneer daarna alleen geprikkeld werd aan het linker einde dan ontstond weer een contractie, die, hoewel met vertraging, van

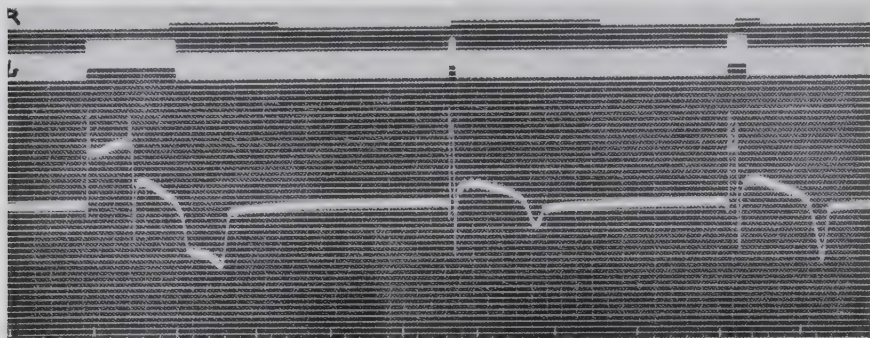


Fig. 30.

Hetzelfde praeparaat van fig. 29. De geleiding in de spier was iets verbeterd. De eerste contractie passeerde het middenstuk, de prikkel rechts viel in het refractair-stadium. De beide andere electrogrammen zijn het resultaat van twee op elkaar botsende contractiegolven. Zij vertoonén een duidelijke interferentie van de monophasische componenten.

links naar rechts verliep en door prikkeling rechts vervolgens een electrogram, waarbij de contractie van rechts naar links de spierreep doorliep. In dit laatste geval bleek het electrogram een bijna volledige scheiding van de twee monophasische componenten te vertoonén.

THEORETISCHE BESCHOUWINGEN.

Ook bij de praeparaten op een geleidende onderlaag kon dus worden aangetoond, dat electrogrammen, welke waren ontstaan, doordat een contractiegolf de geheele spierreep in dezelfde richting van het eene einde naar het andere einde doorliep, niet verschilden van electrogrammen, waarbij de contractiegolf de eene helft van de spierreep in dezelfde richting, de andere helft in de tegengestelde richting doorloopen had.

Het electrogram, dat ontstond bij contractie van een spierreep op een geleidende onderlaag, vertoonde een naar beneden gerichte

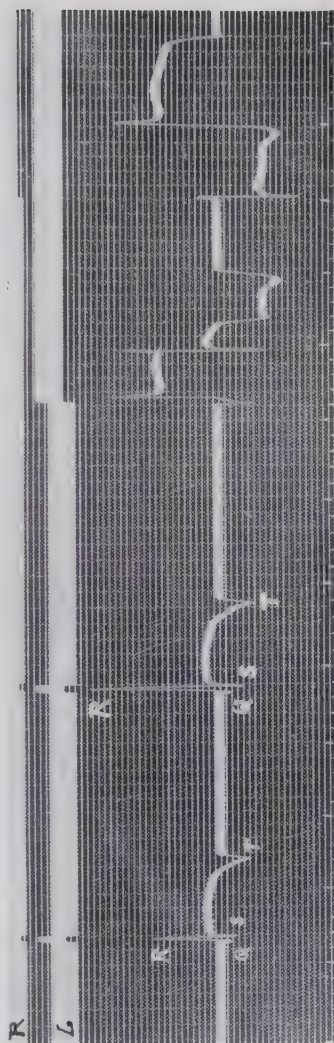
Q-uitslag, een R-uitslag, welke enkelvoudig kon zijn of twee toppen kon vertoonen, een S-uitslag en een T-uitslag, die meestal negatief was en in een aantal gevallen gevolgd werd door een kleine naar boven gerichte uitslag, dus biphasisch was. Het electrogram ontstond uit twee vrijwel monofasische componenten, onverschillig of deze het gevolg waren van een contractiegolf, die de geheele spierrep in één richting had doorloopen, of de eene helft in dezelfde richting en de andere helft in tegengestelde zin. De monofasische componenten vertoonden een voorslag en een steile begintop van de groote uitslag. De kleine uitslag aan het eind was niet altijd aanwezig.

Uit de interferentie (fig. 32 beide linker teekeningen) volgt dan, dat de Q-uitslag identiek is met de voorslag (v) van de naar boven gerichte monofasische component (v b e), de R-uitslag komt tot stand door de interferentie van de steile begintop (b) van deze component met de voorslag (v') van de naar beneden gerichte component (v' b' e'). De R-uitslag zal hierdoor dus grooter zijn dan de hoogte van b.

De S-uitslag komt tot stand door de begintop (b') van de naar beneden gerichte component.

Wanneer er een geleidingsvertraging bestaat en dus de beide componenten uit elkaar zijn geschoven (beide rechter teekeningen in fig. 32) dan zal de voorslag v' van v' b' e' eerst in het electrogram tot uitdrukking komen, nadat de begintop b van v b e reeds is ontstaan. Op deze wijze zal onmiddellijk na de b een tweede top ontstaan, waardoor dus bij geleidingsvertraging de R twee toppen zal vertoonen.

Fig. 31. Hetzelfde praeparaat van fig. 30 onmiddellijk hierna. Door snel opeenvolgende prikkels is hier een enkelvoudige R-uitslag ontstaan.



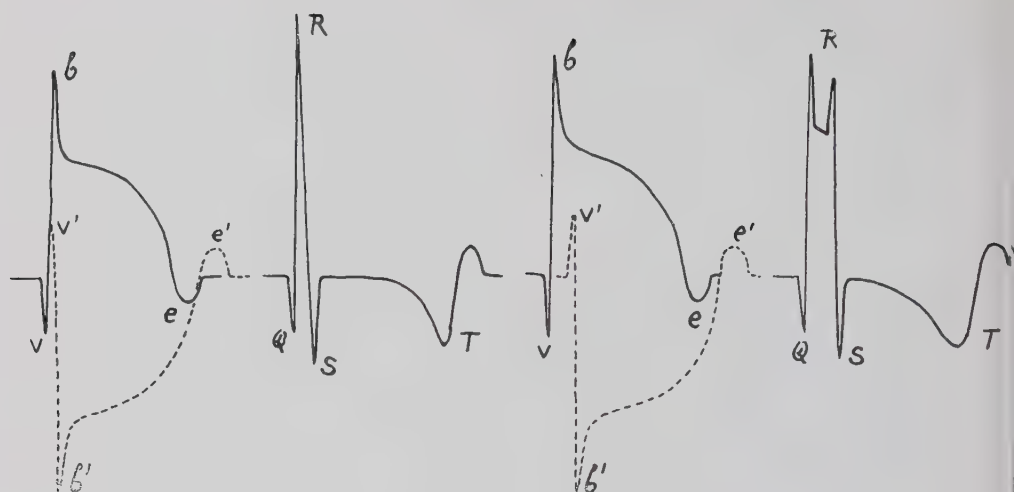


Fig. 32.

Schema van de interferentie van twee monophasische componenten met voor-slag (v), hoge begintop (b) en een uitslag aan h.t. eind (e).

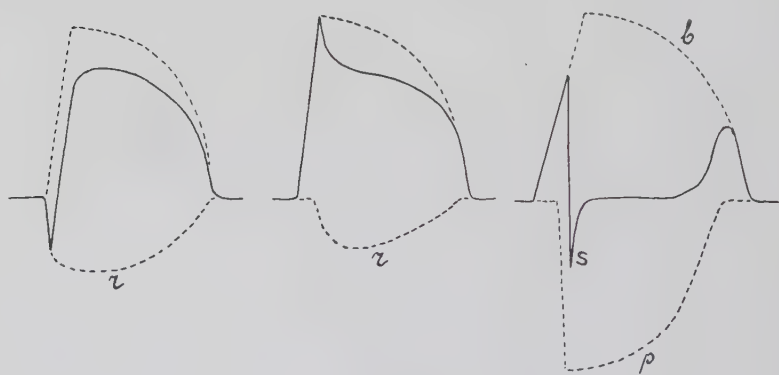


Fig. 33.

Linker en middelste tekening: schema van de deformatie van de monophasische curve door een reststroom (r). Rechter tekening: schema van het ontstaan der S-uitslag door een vlakker begin der basiscomponent (b) en een steiler begin der puntcomponent (p) (naar YOSHIDA).

De S-uitslag zal hier evenals in het vorige geval tot stand komen door de begintop (b') van $v' b' e'$. Tevens volgt hieruit, dat de S-uitslag niet in grootte verandert bij toename van de prikkelgeleidingstijd, tenzij ook de monofasische component zelf verandert.

De breedte van de R-uitslag vormt hier dus evengoed een maatstaf voor de snelheid van de prikkelgeleiding, als dit zonder onderlaag het geval is, en zooals dit door DE BOER bij harten in situ, zoowel met de directie als met de indirecte afleiding, werd aangetoond. Ook zal hier

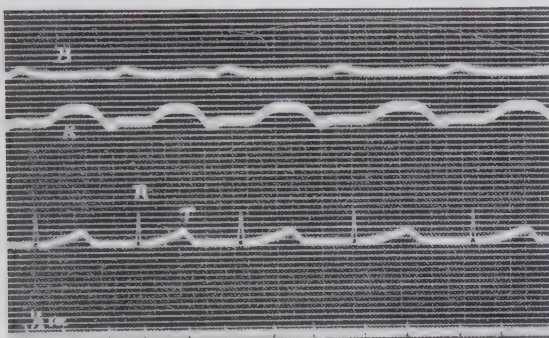


Fig. 34.

Suspensiecurven en electrogrammen van een dubbel gesuspenseerd kikkerhart. Bovenste lijn; suspensiecurve der boezems; tweededië van de kamer. Het electrogram vertoont een normale positieve T-uitslag.

de verbindinglijn tusschen R en T dalen bij toeneming van de geleidingstijd, omdat dan een grooter deel van de naar beneden gerichte monofasische component interfereert met een kleinere van de naar boven gerichte. In die gevallen waarbij een biphasische T optreedt, is de laatste naar bovengaande top van de T-uitslag het gevolg van de kleine eind-uitslag (e') van de naar beneden gerichte monofasische component ($v' b' e'$), terwijl de kleine eind-uitslag (e) van de naar boven gerichte monofasische component ($v b e$) gesuperponeerd wordt op de negatieve T, welke alleen ontstaat, wanneer de eind-uitslag van de naar beneden gerichte monofasische component ontbreekt, of beide kleine uitslagen ontbreken.

YOSHIDA beschouwde bij zijn onderzoekingen bij het kikkerhart betreffende de deformaties van de monofasische uitslagen „Restströme” als de oorzaak van de veranderingen van de monofasische uitslagen en geeft hiervan een aantal constructies. Een voorslag van de monofasische curve zou dan ontstaan, wanneer de reststroom iets vroeger begint dan de monofasische uitslag. De zadelvormige

inzinking van de monophasische uitslag zou ontstaan, doordat de reststroom later invalt. In dit laatste geval ontstaat dus een steile begintop van de monophasische uitslag. Zijn meening is weergegeven in fig. 33 op de linker en middelste tekening. Duidelijk volgt hieruit, dat deze verklaring niet kan gelden voor de veranderingen van de monophasische electrogrammen van de contracties van een spierreep op een geleidende onderlaag; immers hierbij vindt men zoowel een voorslag als een zadelvormige inzinking. Hoogstens een van beide zou op deze wijze te verklaren zijn.

Wanneer echter deze beide uitslagen niet op hetzelfde zouden berusten volgt hieruit, dat dan ook de Q en de S van het electrogram van de spierreep niet op hetzelfde kunnen berusten.

YOSHIDA gaf voor de S-uitslag een verklaring welke op de rechter tekening in fig. 33 is weergegeven. De monophasische component, of de basale component in de proef van YOSHIDA, zou hierbij minder snel zijn hoogste waarde bereiken dan de naar beneden gerichte apicale component. Wanneer nu de apicale component inviel op het moment, dat de basale component zijn hoogste waarde nog niet bereikt had, dan ontstond een S-uitslag. Hieruit volgt ook, dat wanneer de apicale component op een later tijdstip met de basale interfereerde de S-uitslag kleiner moest worden, om te verdwijnen, zoodra de hoogste waarden van beide componenten gelijktijdig bereikt werden. Bij de bespreking van de theorie van YOSHIDA vermeldde SCHÜTZ reeds, dat bij kikkerharten wel degelijk bij vertraging der geleiding S-uitslagen waren gezien, zooals in de door DE BOER gepubliceerde curven.

Deze interpretatie komt bovendien als verklaring van de S-uitslag van het electrogram van de spierreep niet in aanmerking, omdat hier de beide componenten geen verschil in stijging van de uitslag vertoonen. Overigens zou, indien dit wel het geval was, het zeer goed mogelijk zijn, dat een S volgens de verklaring van YOSHIDA hierbij ook kon ontstaan. Echter zou door de interferentie van de voorslag van de naar beneden gerichte component de R-uitslag moeten veranderen en zou na de S nog weer een tegengesteld gerichte uitslag moeten ontstaan vóórdát de nulstand van de snaar weer werd bereikt tengevolge van de top der naar boven gerichte monophasische component, welke dan later zou komen dan die van de naar beneden gerichte component.

III. VERANDERINGEN IN HET ELECTROGRAM VAN HET KIKKERHART EN DE INVLOED HIEROP VAN EEN GELEIDEND MEDIUM.

- 1°. Nagegaan werd in proeven, zooals deze door BORUTTAU werden verricht, of de hierbij door BORUTTAU waargenomen voor-
slagen, in verband kunnen worden gebracht met de in de hier-
voorgaande proeven waargenomen voor-
slagen.
- 2°. Onderzocht werd, of een geleidend medium veranderingen ver-
oorzaakt in het electrogram van een geïsoleerd kikkerhart.
- 3°. Onderzocht werd, of een geleidend medium een verandering
veroorzaakt in het electrogram van een, van een dwarsnede
in de kamer voorzien kikkerhart.

1. De voorslag van de puntcomponent in experimen-
ten volgens Boruttau.

Methodiek.

Bij een kikker, waarvan het hart gesuspenseerd was volgens de methode der dubbele suspensie, werd de kamer van het hart aan de ventrale zijde in het midden even aangeraakt met een gloeiend glasstaafje. Onpolariseerbare elektroden werden zoo geplaatst, dat één met een der boezems contact maakte, één met de kamerpunt en één met de gecauteriseerde plek.

Vervolgens werd afgeleid op drie manieren, boezem-punt, boezem-gecauteriseerde plek en gecauteriseerde plek-punt. De schakeling aan de snaargalvanometer was zoodanig, dat een negativiteit van de eerstgenoemde elektroden in elk der drie afleidingen een uitslag naar boven zou geven.

Tegelijk werden de suspensiecurven geregistreerd: boven die der boezems, daaronder die van de kamer. Het tijdsignaal was onregelmatig.

Het electrogram bij de drie afleidingen.

Het electrogram bij de afleiding boezem-punt (fig. 34) vertoont een normaal beeld: P, smalle R, geen Q en geen S-uitslag, positieve T. Het electrogram bij afleiding van de boezems-gecauteriseerde plek (fig. 35) vertoont zuiver monofasische uitslagen naar boven.

De P is gelijk gebleven aan die van de vorige afleiding. Aan de stijgende lijn van de monofasische uitslag is geen vlakker deel op te

merken, zooals LERCHE die bij zijn waarnemingen kreeg. Het electrogram bij de afleiding van de gecauteriseerde plek-kamer-punt (fig. 36) vertoont een groote naar beneden gerichte uitslag, voorafgegaan door een kleine tegengesteld gerichte voorslag.

Verklaringen voor het ontstaan van de voorslag van de puntcomponent.

BORUTTAU verklaarde deze voorslagen en ook de minder constant optredende „Nachzacken” uit actiestroomen van bij het branden niet

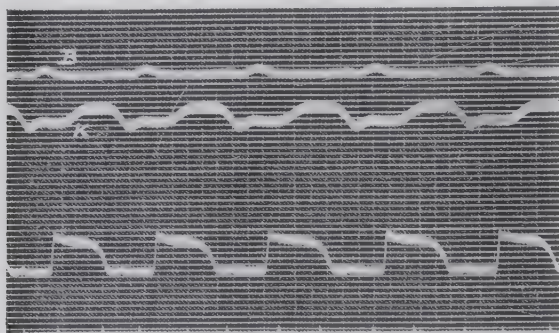


Fig. 35.

Hetzelfde hart van fig. 34. Afgeleid werd van de boezems en een gecauteriseerde plek op het midden van de kamer. In het electrogram P uitslagen en monophasische basisuitslagen.

verwonde spiervezels, hetgeen in het historisch overzicht werd geciteerd. Dan moeten de actiestroomen echter evengoed hun invloed op de basale component uitoefenen, immers men meet met de snaargalvanometer potentiaalverschillen en wanneer de gecauteriseerde plek zich niet geheel indifferent gedraagt, moet dit bij beide afleidingen tot uiting komen. De monophasische basiscurven doen echter na de aanvankelijke stijging van de uitslag weer een kleine zadelvormige inzinking zien, die bij de puntcomponent nooit werd opgemerkt. Wanneer inderdaad actiestroomen van het gecauteriseerde deel tot uiting komen, moeten deze tenopzichte van de basiscomponent op een later tijdstip in het electrogram tot uitdrukking komen dan t.o.v. de puntcomponent; immers de contractiegolf passeert het midden van de kamer later dan dat deze aan de kamerbasis begint. Maar tenopzichte van de punt is het omgekeerd, hier is de contractiegolf op een later tijdstip aan de punt en vroeger bij het midden van de kamer. Een mogelijk potentiaalverschil van de gecauteriseerde plaats moet

dus ten opzichte van de puntcomponent ook vroeger in de curven tot uitdrukking komen. Men zou hierbij dus dezelfde verklaring krijgen, die YOSHIDA gaf voor de invloed van reststroomen op de monofasische curven, wanneer deze aanvingen op een vroeger of later tijdstip en wel zou voor de puntcomponent gelden de linker tekening in fig. 33, voor de basiscomponent de middelste figuur. Dus de basis en puntcomponenten, zooals deze in de electrogrammen tot uiting kwamen, zouden dan ook geen zuiver beeld geven van de componenten, waaruit het normale electrogram is opgebouwd.

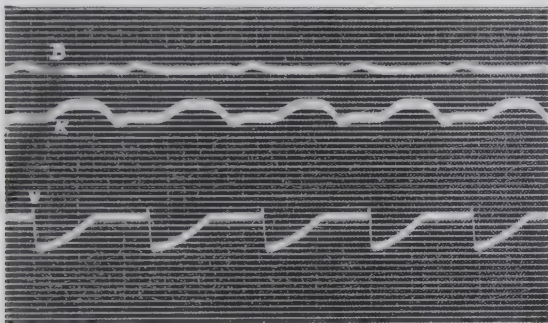


Fig. 36.

Hetzelfde hart onmiddellijk na de vergiftiging. Afgeleid werd van gecauteriseerde plek en kamerpunt. Het electrogram vertoont monofasische uitslagen naar beneden voorafgegaan door een kleine voorslag (v).

Een andere verklaring zou kunnen worden geput uit de veronderstelling, dat de voorslag van de puntcomponent zou berusten op een basiscomponent, immers de contractiegolf kan de punt alleen bereiken, wanneer eerst de basis in contractie is geweest. Een puntcomponent, waaraan een kleine tegengesteld gerichte uitslag voorafging, werd gezien door DE BOER bij diens alternansonderzoekingen. Bij een kikkerhart in situ, dat vergiftigd was met digitalis, nam DE BOER waar, dat in één geval afwisselend de basis en de punt contraheerden. In de electrogrammen van de puntcontracties werd de naar beneden gerichte monofasische uitslag voorafgegaan door een kleine tegengesteld gerichte uitslag. DE BOER verklaarde deze uitslag door een activiteit aan te nemen van een klein gedeelte der basis waarlangs de prikkelgolf de punt bereikte.

Dit geval is echter principieel anders, immers hierbij was in de eerste plaats geen demarcatiestroom aanwezig, en in de tweede plaats contra-

heerde de basis van de kamer bijna niet, terwijl in het experiment met de gecauteriseerde plek midden op de kamer de basis evengoed contraheert als de punt. Beide experimenten kunnen dus niet zonder meer met elkaar vergeleken worden, aangezien in de eerste plaats de contractieprocessen en in de tweede plaats de wijze van afleiding verschilden.

Een derde mogelijkheid de uitslag te verklaren verkrijgt men, wanneer men het bloed in het hart zou beschouwen als het geleidende

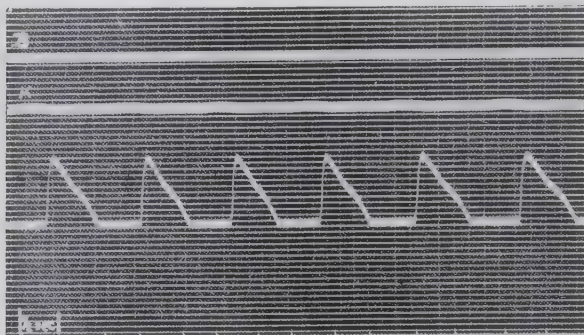


Fig. 37.

Electrogrammen en suspensiecurven van een van een dwarsnede in de kamer voorzien dubbel gesuspendeerd kikkerhart. In de electrogrammen alleen monophasische basisuitslagen.

medium in de proeven van mej. MOMM. Zij stelde n.l. vast, dat een positiviteit alleen dan viel waar te nemen, wanneer in de onmiddellijke nabijheid van de positieve pool werd afgeleid, zooals in haar proef met de van een „Querschnitt” voorziene spier bleek.

In het experiment volgens BORUTTAU is een „Querschnitt” aanwezig en de electrode, waarbij de contractiegolf het eerst aankomt gedurende het registreeren van de basiscomponent is verder verwijderd van de „Querschnitt”, dan de electrode waarbij de contractiegolf het eerst aankomt, gedurende het registreeren van de puntcomponent; immers in het laatste geval is deze op de „Querschnittszone” geplaatst. Het zou dan dus denkbaar zijn, dat in het eerste geval een positieve voorslag bij de basale component niet tot uiting kan komen. Hiertegen pleit reeds direct, dat ook zelfs het geringste spoor van een voorslag nooit werd gezien wanneer de electrode van de boezems dicht bij de gebrande plek werd geplaatst.

2. De invloed van een geleidend medium op het electrogram van een geïsoleerd kikkerhart.

Omdat bij gebruik van een in Ringer gedrenkt filtreerpapiertje de punt zich bij de contractie telkens van de onderlaag verheft, werd het hart gelegd in een horlogeglas, waarin zooveel Ringer, dat nog juist kon worden afgeleid van de boezems en de kamerpunt van het hart zonder met de elektroden in de Ringer te komen, terwijl de punt zich hierbij niet uit de Ringer verhief. Een constant resultaat werd hierbij echter niet verkregen. De grootte van de uitslagen was bij de harten in de Ringersche vloeistof wel steeds kleiner dan wanneer deze b.v. op een kurkplaatje werden gelegd, of aan een klemmetje vrij werden opgehangen. In enkele gevallen werd een S-uitslag gezien bij een hart in Ringer, die verdween wanneer het hart uit de Ringer werd gehaald. Er werden echter ook gevallen met het omgekeerde resultaat gezien. In de meeste gevallen nam een S-uitslag, die aanwezig was bij een hart zonder medium, in verhouding tot de grootte van de R-uitslag wel iets in grootte toe. Een Q-uitslag werd niet gezien.

De eenige conclusie, die hieruit misschien kan worden getrokken is, dat een S-uitslag althans zonder geleidend medium kan ontstaan.

3. De verandering van het electrogram van een van een dwarsnede in de kamer voorzien kikkerhart en de invloed hierop van een geleidend medium.

a. De verandering van het electrogram van een, van een dwarsnede in de kamer voorzien kikkerhart.

Methodiek.

Hierbij werd het experiment van SAMOJLOFF en van DE BOER herhaald. Bij een dubbel gesuspenseerd kikkerhart werd een dwarsnede aangebracht midden in de kamer, zoodat de punt nog door een smalle brug met de basis samenhing. Afleidingselektroden werden geplaatst op een der boezems en de kamerpunt. De suspensiecurven werden tegelijkertijd geregistreerd, die van de boezems boven, van de kamer onder.

De veranderingen van het electrogram.

Onmiddellijk na het aanbrengen van de snede contraheerde alleen de basis en ontstond een electrogram met monophasische uitslagen (fig. 37); 2 min. hierna ontstond na elke derde basiscontractie een puntcontractie, waardoor in het electrogram een groote uitslag naar beneden ontstond, waarbij de „hak van SAMOJLOFF” werd gevormd,

zooals dit reeds in het historische overzicht werd beschreven; $1\frac{1}{2}$ min. later ontstond een alternans, waarbij basiscontracties afwisselden met contracties, waarbij de basis en de punt contraheerden (fig. 38).

Na 8 min., waarin het hart niet met Ringer werd besproeid, werd de prikkelgeleiding slechter en ontstonden weer uitsluitend basiscontracties (fig. 39). Een ander voorbeeld vertoont fig. 40. Hier was een alternans aanwezig. Het electrogram vertoont ook hier afwisselend monophasische en biphasische uitslagen; de prikkelgeleiding werd

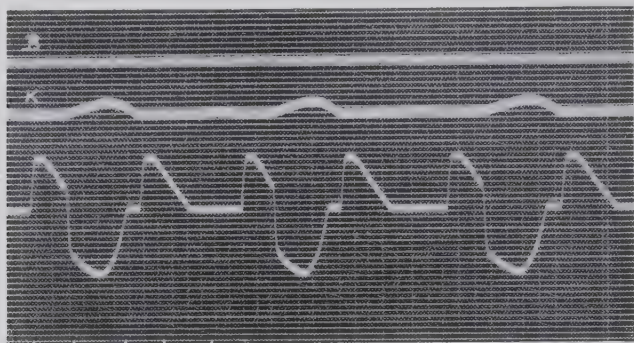


Fig. 38.

Hetzelfde hart $1\frac{1}{2}$ min. later. Elke tweede basiscontractie werd gevolgd door een puntcontractie. Alterneerend biphasische en monophasische electrogrammen.

daarna weer iets beter, zoodat meerdere biphasische uitslagen op elkaar volgen in het electrogram (fig. 41). Na een basiscontractie, waarop geen puntcontractie volgde, was de toestand in de spierbrug zoodanig verbeterd, dat bij de volgende basiscontractie de prikkel vrij snel werd voortgeleid naar de punt. De R-uitslag is hier vrij smal. Bij de volgende twee contracties werd de geleidingstijd weer iets vergroot, zoodat de R-uitslag hier telkens iets breeder is; daarna ging de volgende prikkelgolf weer niet door van de basis naar de punt, zoodat weer een monophasische uitslag in het electrogram aanwezig is. Na nog een basiscontractie bleek de geleiding dan zoover verbeterd te zijn, dat op elke basiscontractie een puntcontractie volgde. Na 10 min. bleek de geleiding nog weer verbeterd te zijn, hetgeen zich uitte in een smalle R-uitslag (fig. 42).

b. De verandering van het electrogram door een geleidend medium.

Methodiek.

Een uitgesneden kikkerhart werd van een dwarsnede voorzien en gelegd in een horlogeglas met Ringer, evenals dit in hiervoorgaande

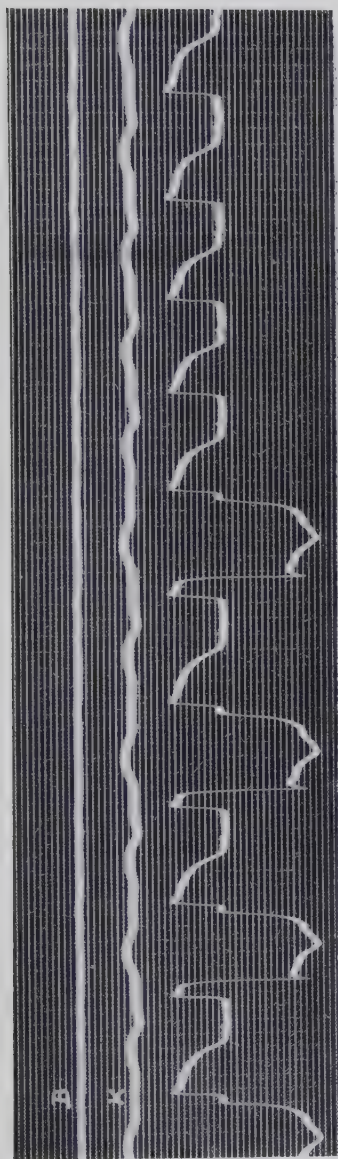


Fig. 39. Hetzelfde hart na 8 min. Door een slechter worden van de geleiding in de spierbrug ontstonden na enkele contracties geen puntcontracties meer. In het electrogram gaan daarbij de biphasische uitslagen weer over in monofasische.

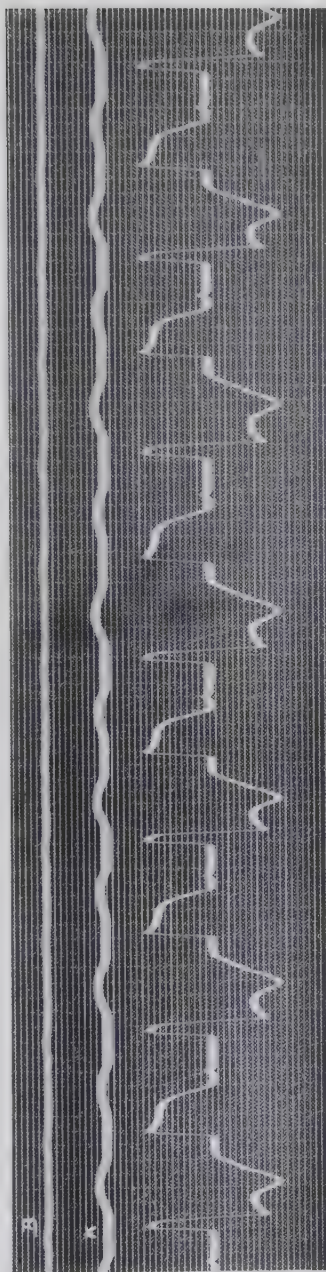


Fig. 40. Electrogrammen en suspensiecurven van een, van een dwarsnede in de kamer voorzien kikkerhart. Elke tweede basiscontractie werd door een puntcontractie gevolgd.

proeven met een onbeschadigd hart werd gedaan. Afgeleid werd wederom van een der boezems en van de kamerpunt.

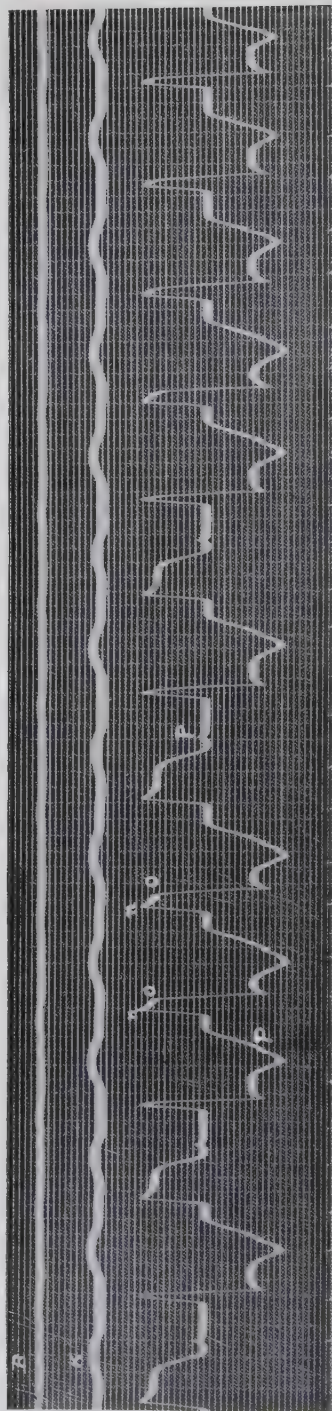


Fig. 41. Hetzelfde hart van fig. 40 korten tijd later. In toenemende mate verbetering van de geleiding in de spierbrug, tot elke basiscontractie door een puntcontractie gevolgd werd. Na een verbreding van de afstand n—o wordt in het electrogram de volgende basiscontractie niet door een puntcontractie gevolgd, waarna deze afstand weer veel kleiner is geworden.

Het electrogram.

Aanvankelijk contraheerde alleen de basis, maar na $\pm 21\frac{1}{2}$ min. ontstond de eerste basiscontractie, die door een puntcontractie werd gevolgd. Het electrogram (fig. 43) vertoont eerst monofasische uitslagen, die zich weinig onderscheiden van die, welke bij de vorige proeven werden verkregen; alleen vertoonen ze een iets grootere begintop.

De biphasische uitslagen verschillen echter wel van die van de vorige experimenten. Er is n.l. een opvallend groote S-uitslag aanwezig aan het begin van de „hak”. In de volgende curve, waarbij een alternans aanwezig was, is de S-uitslag eveneens groot (fig. 44).

De geleiding in de verbindingsbrug herstelde zich echter steeds meer, zoodat steeds meer elke basiscontractie door een puntcontractie werd gevolgd. De breedte van de R-uitslag is daarbij na elke volgende contractie iets grooter geworden, totdat weer een monofasische basisuitslag ontstaat, doordat een puntcontractie uitvalt (eerst een keer na drie, dan een keer na vijf contracties van basis en punt fig. 45, 46). Daarna was de geleiding zoover verbeterd, dat geen puntcontracties meer uitvielen. De enkele basiscontracties, die niet door een puntcontractie gevolgd

werden, waarbij de prikkelgolf dus ergens bleef staan, zijn te beschouwen als gevallen van „intraventriculair dropped beat”, waarvan het eerste geval door DE BOER werd beschreven. Na ± 10 min. bleek de prikkelgeleiding zoo ver verbeterd te zijn, dat een vrijwel normaal electrogram ontstaan was (fig. 47). Bij dit electrogram is echter de groote S-uitslag ook aanwezig.

Bij een volgend hart bleken de veranderingen van het electrogram nog duidelijker te zijn. Fig. 48 vertoont het electrogram van een uitgesneden hart in een horlogeglas met Ringer. Een S-uitslag was in dit

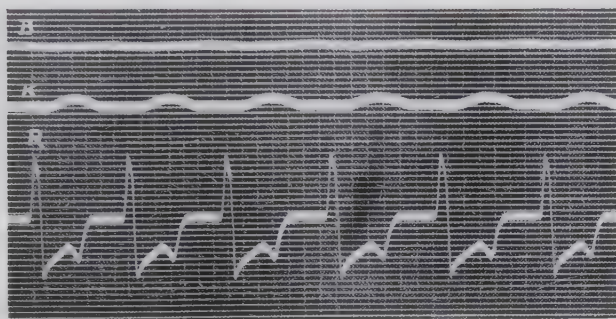


Fig. 42.

Hetzelfde hart van fig. 41 na 10 min. Elke basiscontractie werd gevolgd door een puntcontractie. De R-uitslag is smaller geworden.

geval niet aanwezig, hoewel in enkele gevallen deze wel werd gezien. Ook hier werd wederom een dwarsnede aangebracht in de kamer. Elke tweede basiscontractie werd toen door een puntcontractie gevolgd. Bovendien was een atrioventriculairblok aanwezig. Het electrogram (fig. 49) vertoont monophasische basis-uitslagen, waarbij de groote begintop opvalt, zooals deze ook werd gezien bij de monophasische uitslagen bij de proeven met de spierreep met geleidend medium. De biphasische electrogrammen van de totale kamercontracties vertoonen weer de groote S-uitslag en bovendien heeft de R-uitslag hier twee toppen, of zooals men ook kan zeggen, de R is gespleten. Het verdere verloop van de curve wijkt niet af van de tot dusver waargenomene. Na enkele minuten bleek de geleiding zich steeds meer hersteld te hebben zoodat, via een stadium, waarin tusschen de contracties van basis en punt in afnemende frequentie nog een enkele basiscontractie optrad, die niet door een puntcontractie gevolgd werd, (fig. 50) alleen contracties van de heele kamer optraden, waarbij in het electrogram de monophasische uitslagen ook niet meer

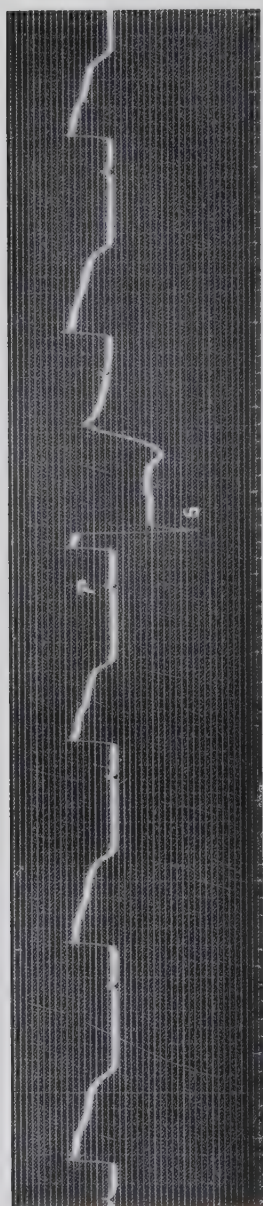
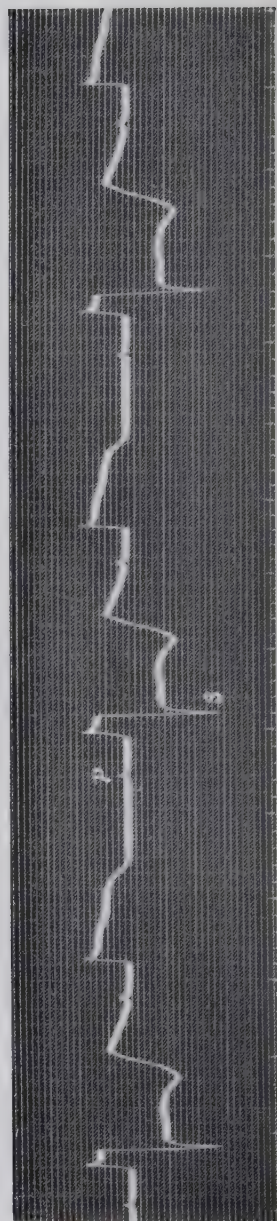


Fig. 43. Electrogrammen van een, van een dwarsnede voorzien kikkerhart in Ringer. Monophasische basisuitslagen en een biphasische. Bij de laatste contraheerde ook de punt. Groote S-uitslag.

Fig. 44. Hetzelfde praeparaat van fig. 43 korten tijd later. Elke tweede basiscontractie werd door een puntcontractie gevolgd. Groote S-uitslag.



voorkomen (fig. 51). In de biphasische uitslagen blijkt echter de S-uitslag steeds opvallend groot te zijn.

De enkele afzonderlijke basiscontracties tusschen de contracties, waarbij de basiscontractie door een puntcontractie werd gevolgd, zijn ook hier op te vatten als gevallen van „intraventriculair dropped beat”.

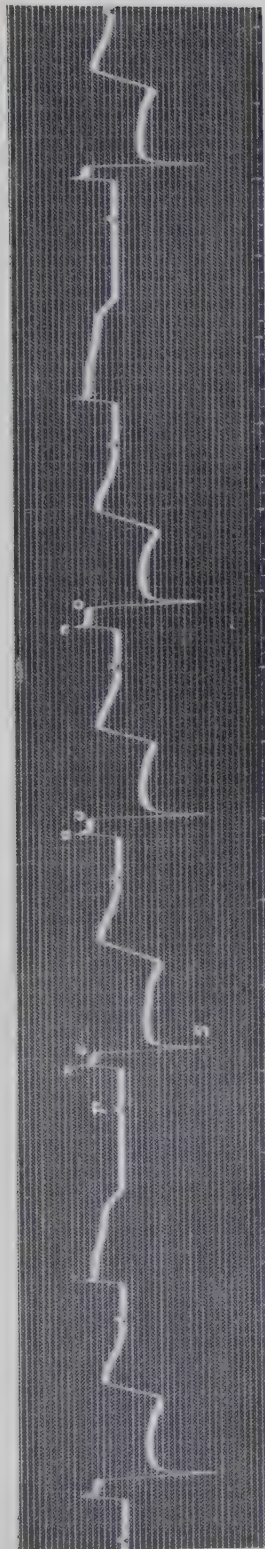
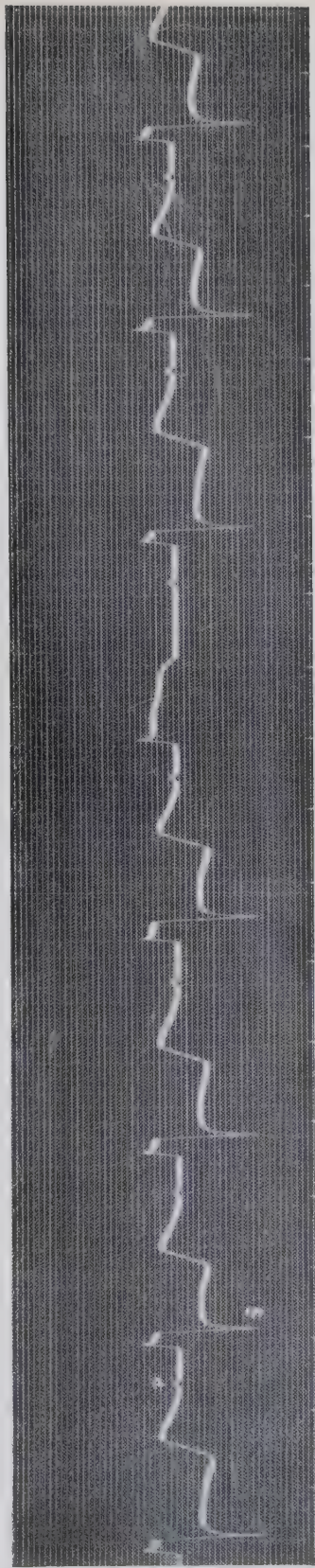


Fig. 45. Hetzelfde hart van fig. 44, na 5 min. Toenemend herstel der geleiding in de spierbrug. Na een verbreding van de afstand n—o bij drie opeenvolgende electrogrammen werd de volgende basiscontractie gevolgd, waardoor een monofasische basisuitslag in het electrogram is ontstaan.

Fig. 46. Hetzelfde hart van fig. 45 onmiddellijk hierna. Een basiscontractie werd niet door een puntcontractie gevolgd.



Een aan de onderzijde verwond hart in een geleidend medium.

Een uitgesneden kikkerhart werd aan de dorsale zijde verwond, door met een schaartje een klein reepje spierweefsel af te knippen, zonder daarbij de kamer te openen. Het hart werd hierna in een horlogeglas met Ringer gelegd met de verwonde zijde onder en ver-

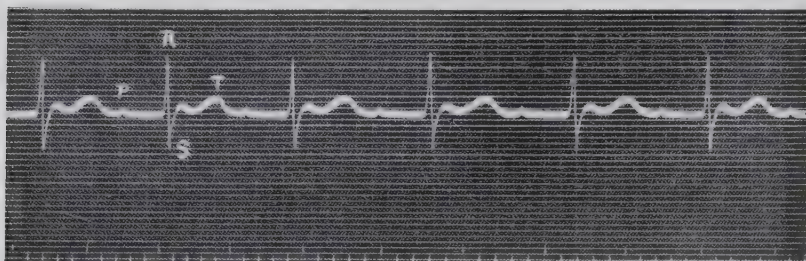


Fig. 47.

Hetzelfde praeparaat van fig. 46 10 min. later. Het electrogram vertoont, behalve een groote S-uitslag, weer vrijwel een normaal beeld.

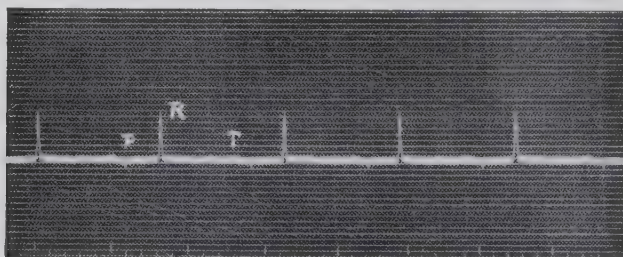


Fig. 48.

Electrogrammen van een geïsoleerd kikkerhart op een in Ringer gedrenkte onderlaag.

volgens werden de electrogrammen geregistreerd (fig. 52). Hierbij valt onmiddellijk de groote S-uitslag op. De R-uitslag is vrij smal, zoodat de prikkelgeleiding niet zoo erg veel blijkt te hebben geleden. De T-uitslag is biphasisch met de grootste uitslag naar beneden. Na 5 min. bleek de T-uitslag alleen naar beneden gericht te zijn, dus negatief (fig. 53). Tevens valt in beide curven het groote P-R-interval op. De S- en de T-uitslag zijn ook hier gelijk gericht, in tegenstelling met de door LEWIS en CRAIB gehuldigde meening.

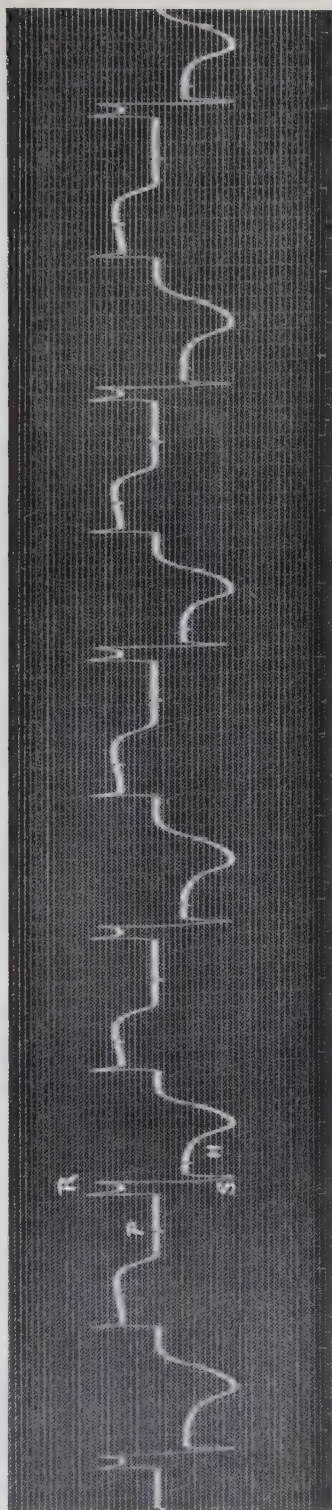
THEORETISCHE

BESCHOUWINGEN.

Bij de electrogrammen, welke werden verkregen van geïsoleerde harten, die van een dwarsnede waren voorzien, in een geleidend medium, valt een zekere gelijkenis op met de electrogrammen, welke werden verkregen van spierrepen op een geleidende onderlaag. In beide gevallen stond een groote S-uitslag op de voorgrond, terwijl daarnaast in meerdere gevallen de tweetoppigheid van de R-uitslag aanwezig was. Bij de electrogrammen van de spierrepen was bovendien een Q-uitslag aanwezig. De monofasische curven vertoonden in beide gevallen een steile begintop, waarna een zadelvormige inzinking, doch de voorslag werd alleen bij de electrogrammen van de spierrepen gezien. Bij de beschouwing over het electrogram van de spierreep werd vastgesteld, dat de S-uitslag berustte op de begintop van de naar beneden gerichte monofasische component, terwijl de tweede van de twee toppen van de R-uitslag berustte op de voorslag van deze monofasische component.

Bij het electrogram van het hart met dwarsnede, werd het gespleten zijn van de R-uitslag minder vaak gezien. Wanneer

Fig. 49. Hetzelfde hart van fig. 48, na het aanbrengen van een dwarsnede in de kamer. Elke tweede basiscontractie werd door een puntcontractie gevolgd. De basisuitslagen van het electrogram vertoonden de groote begintop; de biphasische uitslagen de gespleten R en de groote S-uitslag. (h is de hak van SAMOJLOFF).



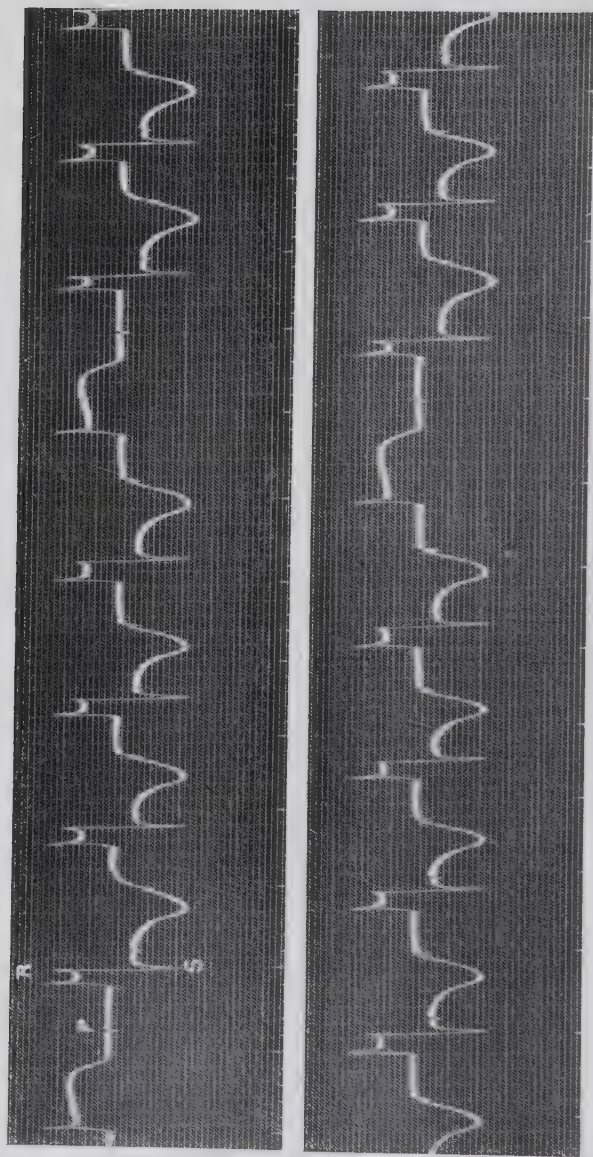


Fig. 50. Hetzelfde hart van fig. 49 enkele min. later. Tusschen meerdere biphasische electrogrammen een enkel monofasisch electrogram, intraventriculair „dropped beat”.

deze wel werd gezien, zou men deze dus ook kunnen verklaren door een monofasische puntcomponent aan te nemen van dezelfde vorm als de monofasische componenten van de electrogrammen der spierreepen, dus met een voorslag en een groote begintop.

Een Q-uitslag werd bij het electrogram van het kikkerhart niet

gezien, dus men kan een voorslag van de monophasische basiscomponent zeker niet aannemen. De steile begintop werd echter bij de basiscomponent in vele gevallen wel gezien en hierdoor kan de eerste van de twee toppen van de R-uitslag verklaard worden. Bij de spierreep zou men dus bij het gebruik van een geleidend medium, een electrogram krijgen, ontstaan door de interferentie van twee monophasische componenten met steile begintop en een tegengesteld gerichte voorslag. Bij het van een dwarsnede in de kamer voorziene hart in een geleidend

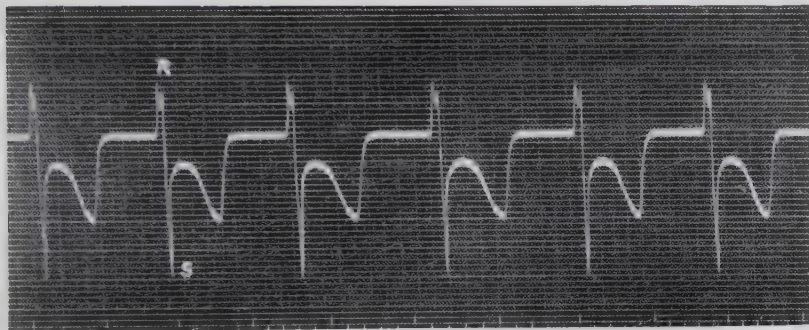


Fig. 51.

Hetzelfde hart van fig. 50. In het electrogram alleen biphasische uitslagen, met een zeer groote S-uitslag.

medium zou het electrogram ontstaan door de interferentie van twee, van een steile begintop voorziene, monophasische componenten, waarvan in een aantal der gevallen de punt-component een voorslag zou kunnen vertoonen.

De vraag is echter in hoeverre deze veranderingen van het electrogram aan de invloed van het geleidende medium moeten worden toegeschreven. Hiernaast moet er ook rekening mee worden gehouden dat het hart gelaedeerd is. Bovendien is bij een hart de totale afwezigheid van een geleidend medium moeilijk te verkrijgen. Ook bij de proeven met de dwarsnede in de kamer van het gesuspenderde hart treedt wel ontbloeding op, maar dit gaat geleidelijk, en ook bij de proeven met het uitgesneden hart heeft men geen zekerheid, dat het hart geen vloeistof bevat, want met een geleidend medium in het hart moet toch evenzeer rekening worden gehouden als met een geleidend medium om het hart.

Bij de experimenten met de dwarsnede bij het dubbel gesuspenderde hart werd een S-uitslag vrij vaak gezien, hoewel deze zelden de grootte bereikte van de S-uitslagen van een hart in Ringer. Ook de

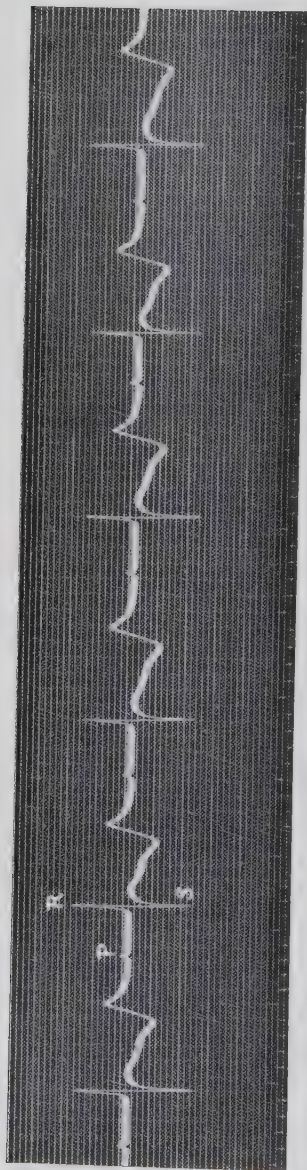
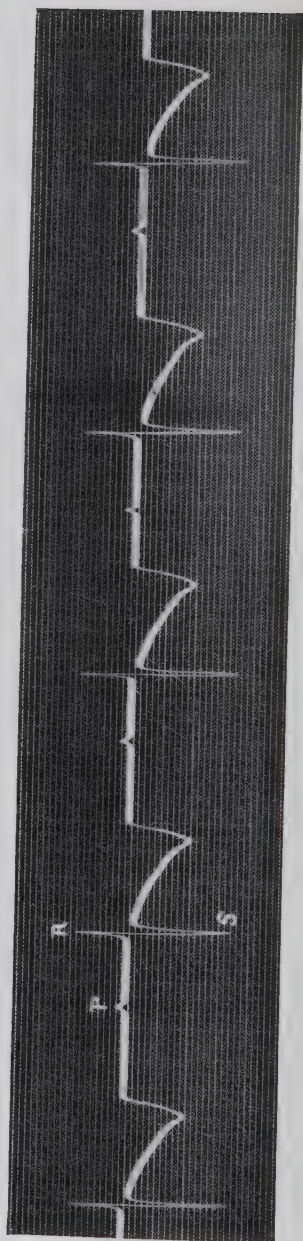


Fig. 52. Een geïsoleerd kikkerhart, aan de onderzijde van de kamer verwond, op een in Ringer gedrenkte onderlaag. Het electrogram vertoont een smalle R uitslag een groote S en een biphasische T.

Fig. 53. Hetzelfde hart van fig. 52, 5 min. later. Het electrogram verschilt van het vorige door de uitsluitend negatieve T. en het grotere P—R interval.



tweede top van de R-uitslag is in de literatuur te vinden bij experimenten van DE BOER met de dwarsnede in de kamer van dubbel-gesuspenderde harten. In al deze experimenten werd teneinde de geleiding in de spierbrug te verbeteren rijkelijk gebruik gemaakt van

het bespuiten van de spierbrug met Ringer, zooals DE BOER ook vermeldt. Van de absolute afwezigheid van een geleidend medium om het hart kan ook daarbij dus niet worden gesproken. In experimenten, waarbij uitgesneden harten in een horlogeglas met Ringer waren gelegd en een groote S-uitslag werd verkregen, werd wel gezien, dat deze kleiner werd, wanneer het hart uit de Ringer werd gehaald en de oppervlakte met een filtreerpapier zooveel mogelijk van Ringer werd bevrijd. De S-uitslag verdween hierdoor nooit geheel. Een tweede mogelijkheid was de verandering in het electrogram te verklaren door de invloed van het geleidende medium op de demarcatiestroom, die bij verwonding ontstaat, doordat deze door een geleidend medium versterkt zou kunnen worden. Van de demarcatiestroomen is echter bekend, dat deze snel in grootte afnemen, terwijl de S-uitslag dit zeker niet doet. Voor de spierrepen geldt echter precies hetzelfde. Ook hier verwonding, dus demarcatiestroomen en toch geen verdwijnen van een voorslag en een steile begintop. In de literatuur echter werden door DE BOER bij zijn proeven met vergiftiging van het kikkerhart door digitalis electrogrammen gepubliceerd met een groote S-uitslag. Hier was geen verwonding van het hart en dus ook geen demarcatiestroom.

Bij de curven met de groote S-uitslag valt in het meerendeel der gevallen nog op te merken, dat wanneer de S zou ontstaan door de steile begintop van de puntcomponent deze top veel groter moet zijn dan de top van de basiscomponent, aangezien de S-uitslag soms zelfs de R-uitslag in grootte overtreft, terwijl dit bij de proeven met de spierrepen niet het geval is.

Naast deze verklaring van het ontstaan van de S-uitslag in het electrogram door een deformatie van de monophasische componenten, moet ook rekening worden gehouden met de verklaring van het ontstaan van een S-uitslag volgens de theorie van YOSHIDA, door een verschil in tijd van stijging der beide monophasische componenten tot de grootste hoogte, zooals dit reeds werd vermeld bij de beschouwingen over het electrogram van de spierrepen en in fig. 33.

Een grooter worden van de S-uitslag bij de experimenten met een geleidend medium is volgens de theorie van LEWIS in het geheel niet te verklaren; immers het is niet verklaarbaar, waarom bij een hart op een geleidend medium, het „up to the base” plotseling veel langer zou gaan duren.

IV. SAMENVATTING.

Een overzicht werd gegeven van de wetenschappelijke literatuur over de verklaringen van het electrocardiogram.

Een der belangrijkste geschilpunten tusschen de aanhangers van de doublettheorie, LEWIS en CRAIB, en DE BOER als aanhanger van de interferentietheorie, n.l. het feit of de richting van de contractiegolf invloed heeft op de grootte en de richting van de uitslagen van de snaar van de galvanometer, werd nader bestudeerd.

LEWIS en CRAIB waren van oordeel, dat de richting van de electrogramuitslagen bepaald zou worden door de richting van de contractiegolf, terwijl uit de experimenten van DE BOER bleek, dat deze opvatting niet juist kan zijn. Deze is van oordeel, dat de richting der electrogramuitslagen bepaald wordt door de toestandsveranderingen aan de beide afleidingselectroden.

Voor dit doel maakte ik gebruik van de proefopstelling zooals deze door SCHÜTZ werd gebezigd, n.l. een spierreep van een kikkerhart, waarbij aan het eene einde werd geprikkeld en een geleidingsvertraging werd verkregen door op het midden aqua dest. te laten vloeien. Afgeleid werd van de beide einden met onpolariseerbare elektroden, verbonden met de snaargalvanometer van EINTHOVEN. De door SCHÜTZ verkregen resultaten konden worden bevestigd. Verder konden echter electrogrammen van dezelfde vorm op drie verschillende wijzen worden verkregen: 1°. bij de afleiding volgens SCHÜTZ, waarbij de contractiegolf de geheele spierreep van links naar rechts doorliep; 2°. wanneer na opgeheven geleiding beide einden na elkaar werden geprikkeld, waarbij de contractiegolf de eene helft van de spierreep van links naar rechts en de andere helft van rechts naar links doorliep; 3°. bij het op elkaar botsen van twee contractiegolven, na prikkeling van beide einden van een spierpraeparaat, waarbij de geleiding in het middenstuk nog niet geheel was opgeheven.

Hieruit besloot ik, dat de richting van de contractiegolf niet van invloed kan zijn geweest op de grootte en richting van de uitslagen van de snaar.

In een tweede reeks proeven bestudeerde ik de veranderingen van de electrogrammen van spierpraeparaten door de invloed van een geleidend medium, waarvoor werd gebruikt een in Ringersche vloeistof gedrenkt stukje filterpapier, volgens de methodiek van MEJ. MOMM. De hierdoor veroorzaakte veranderingen in het electrogram

bestonden uit een tegengesteld gerichte uitslag voor en na de R-uitslag, die naar analogie van het cardiogram van de mensch Q en S werden genoemd. De T-uitslag was in de meeste gevallen biphasisch.

Door middel van de monophasische afleiding en de geleidingsvertraging door aqua dest. werd aangetoond, dat deze veranderingen in het electrogram berusten op veranderingen van de monophasische componenten.

Bij deze monophasische componenten waren een voorslag, een steile begintop en een kleine einduitslag aanwezig. In een schema (fig. 32) werd aangegeven op welke wijze deze veranderingen in het electrogram tot uiting kunnen komen.

De Q-uitslag kon hier teruggevoerd worden tot de voorslag van de naar bovengerichte monophasische component, terwijl een al of niet gespleten zijn der R-uitslag werd beschouwd als het gevolg van eenal of niet gesuperponeerd zijn van de voorslag van de naar beneden gerichte component op de steile begintop van de andere, terwijl de S-uitslag werd verklaard als te zijn veroorzaakt door de steile begintop van de naar beneden gerichte component.

In een volgende reeks proeven werd bestudeerd of soortgelijke veranderingen ook konden worden waargenomen bij electrogrammen van intacte harten.

In de literatuur waren voorstellen bekend van de puntcomponenten in de proeven van BORUTTAU. Deze werden verklaard door „Restströme” aan te nemen die zouden uitgaan van de gelaedeerde plaats.

In enkele curven door DE BOER gepubliceerd van zijn experimenten met de dwarssnede in de kamer van een kikkerhart in situ, werd een gespleten R-uitslag gezien. Bij herhaling van deze experimenten werden deze veranderingen in veel sterkere mate waargenomen, wanneer het van een dwarssnede in de kamer voorziene geïsoleerde hart werd gelegd in een horlogeglas met een weinig Ringersche vloeistof. Vooral werd dan een groote S-uitslag gezien. De groote S-uitslag trad ook op, wanneer een aan de onderzijde verwond hart in een horlogeglas met Ringer werd gelegd. In dit geval was de prikkelgeleiding veel minder vertraagd, hetgeen de smalle R-uitslag bewijst.

Getracht werd deze veranderingen van het electrogram op dezelfde wijze te verklaren als de veranderingen in de electrogrammen van de spierpreparaten. Het kon echter niet worden uitgemaakt, of de waargenomen veranderingen berusten op een invloed van een geleidend medium op het hart als zoodanig, of op een invloed met het medium op een demarcatiestroom.

Bij intacte harten kon door het aanbrengen van een geleidend medium geen constant resultaat worden verkregen.

IV. SUMMARY.

A survey has been given of the scientific literature on the explanations of the electro-cardiogram.

A closer examination was made of one of the chief points of difference between LEWIS and CRAIB, adheres of the doublet-theory and DE BOER as an adherer of the interference-theory, viz. the question whether the extent and the direction of the deflection of the galvanometer-string is influenced by the direction of the contraction-wave.

LEWIS and CRAIB were of opinion that the direction of the deflection in the electrogram would be determined by the direction of the contraction-wave, whereas it appeared from DE BOER's experiments that this presumption cannot be correct. The latter is of opinion that the direction of the deflections in the electrogram are determined by conditional changes at the two conductive electrodes.

To this end I availed myself of the experimental project as used by SCHÜTZ, viz.: a muscle-strip of a frog's heart, one end of which was irritated, while a conductive delay was obtained by a flow of aqua destillata on the central-part. Conduction of current took place at both ends with unpolarizable electrodes connected with the string-galvanometer of EINTHOVEN. The results obtained by SCHÜTZ could be confirmed.

Furthermore, however, electrograms of the same form could be obtained in three different ways:

1. with the conduction according to SCHÜTZ, in which the contractive wave crossed the entire muscle-strip from left to right;
2. when, after the conduction had been stopped, both ends were irritated in succession and the contractive wave crossed one half of the muscle-strip from left to right and the other half from right to left;
3. with the collision of two contractive waves after the irritation of both ends of a muscle-preparation in whose central-part conduction had not yet been entirely stopped.

From this I concluded that the direction of the contractive wave can have exercised no influence upon the extent and the direction of the deflection of the string.

In a second series of experiments I examined the changes in the electrogram of muscle-preparations through the influence of a conductive medium for which a little piece of filtering-paper was used

drenched in Ringer-liquid, according to the method of Miss MOMM. The subsequent changes in the electrogram consisted of an opposite deflection before and after the R-deflection, which in analogy with the human cardiogram were called Q and S. The deflection was biphasic in most cases.

It has been demonstrated by means of the monophasic conduction and the delay in the conduction caused by aqua destillata that these changes in the electrogram are resting on changes of the monophasic components.

These monophasic components were accompanied by a hitch, a steep initial top and a small final deflection. In what way these changes in the electrogram may manifest themselves, has been indicated in a scheme (fig. 38).

The Q-deflection could be retraced in this case to the hitch of the ascending monophasic component, whereas a possible split of the R-deflection was considered to be the consequence of a possible superposition of the hitch of the descending component on the steep initial top of the other, while the S-deflection was explained as being caused by the steep initial top of the descending component.

In a subsequent series of experiments the question was examined, if similar changes could also be observed in electrograms of sound hearts. Hitches of the point-components in the experiments of BORUTTAU were known to occur in the literature. They were explained by the admission of rest currents which were said to emit from the affected spot. A split R-deflection was observed in some curves published by DE BOER of his experiments with the cross-cut in the ventricle of a frog's heart in situ.

A repetition of these experiments showed these changes to a much greater extent, when the isolated heart with a cross-cut in the ventricle was placed in a watch-glass with a little Ringer liquid. A particular wide S-deflection was observed in that case. The wide R-deflection also appeared, when a heart, cut at the bottom, was placed in a watch-glass with Ringer. In this case the conduction of the stimuli was much less delayed, which is proved by the narrow R-deflection.

Attempts have been made to explain these changes in the electrogram in the same way as the changes in the electrograms of the muscle-preparations. It could not be determined, however, if the changes observed are caused by the influence of some conductive medium on the heart as such, or by some influence together with the medium on a demarcation-current.

No constant results could be obtained with sound hearts by the application of a conductive medium.

IV. ZUSAMMENFASSUNG.

Es wurde eine Übersicht der wissenschaftlichen Literatur über die Erklärungen des Elektrokardiogramms gegeben.

Einer der wichtigsten Streitpunkte zwischen den Anhängern der Dublettentheorie, LEWIS und CRAIB, und DE BOER als Anhänger der Interferenztheorie, die Tatsache nämlich, ob die Richtung der Kontraktionswelle Einfluss auf die Grösze und Richtung des Saitenausschlags des Galvanometers ausübe, wurde genauer studiert.

LEWIS und CRAIB waren der Ansicht, dass die Richtung der Elektrogrammausschläge durch die Richtung der Kontraktionswelle bestimmt werde, während aus DE BOERS Experimenten hervorging, dass diese Auffassung nicht richtig sein kann. Dieser ist der Ansicht, dass die Richtung der Elektrogrammausschläge durch die Beschaffenheitsänderungen an den beiden Ableitungselektroden bestimmt werde. Zu diesem Zweck bediente ich mich der Versuchsaufstellung wie diese von SCHÜTZ verwendet wurde, nämlich eines Muskelstreifens aus einem Froschherzen, wobei ein Ende gereizt wurde und eine Leitungsverzögerung durch das Herabfließen von aqua dest. auf die Mitte erzielt wurde. Von den beiden Enden mit unpolarisierbaren Elektroden, die mit dem Saitengalvanometer von EINTHOVEN verbunden waren, kam die Ableitung zustande. Die von SCHÜTZ erzielten Resultate wurden bestätigt. Auf drei verschiedene Weisen konnten aber weitere Elektrogramme derselben Form erzielt werden:

1. bei der Ableitung nach SCHÜTZ, wobei die Kontraktionswelle den ganzen Muskelstreifen von links nach rechts durchlief;
2. wenn nach aufgehobener Leitung beide Enden nach einander gereizt wurden, wobei die Kontraktionswelle die eine Hälfte des Muskelstreifens von links nach rechts und die andere Hälfte von rechts nach links durchlief;
3. bei dem Zusammenstoss zweier Kontraktionswellen, nachdem die beiden Enden eines Muskelpräparats gereizt waren, wobei die Leitung im Mittelstück noch nicht ganz aufgehoben war.

Hieraus folgerte ich, dass die Richtung der Kontraktionswelle auf die Grösze und Richtung der Saitenausschläge keinen Einfluss kann ausgeübt haben.

In einer zweiten Reihe von Experimenten studierte ich die Än-

derungen der Elektrogramme von Muskelpräparaten unter dem Einfluss eines leitenden Mediums, wofür ein in Ringersche Flüssigkeit getränktes Stück Filtrierpapier, nach der Methodik von FRÄULEIN MOMM, benutzt wurde.

Die dadurch hervorgerufenen Änderungen im Elektrogramm bestanden aus einem entgegengesetzt gerichteten Ausschlag vor und nach dem R-Ausschlag, welche, analog dem Kardiogramm des Menschen, Q und S genannt wurden. Der T-Ausschlag war in den meisten Fällen biphasisch. Mittels der monophasischen Ableitung und der Leitungsverzögerung durch aqua dest. wurde dargelegt, dass diese Änderungen im Elektrogramm auf Änderungen der monophasischen Komponenten beruhen.

Diese monophasischen Komponenten wiesen einen Vorschlag, einen steilen Anfangsgipfel und einen kleinen Endausschlag auf.

In einem Schema (Fig. 32) wurde angegeben auf welche Weise diese Änderungen im Elektrogramm zum Ausdruck gelangen können. Der Q-Ausschlag konnte hier auf den Vorschlag der emporgerichteten monophasischen Komponente zurückgeführt werden. Die Tatsache, dass der R-Ausschlag wohl oder nicht gespalten ist, wurde als Folge des Vorhandenseins eines wohl oder nicht superponierten Vorschlags der nach unten gerichteten Komponente auf den steilen Anfangsgipfel der anderen betrachtet, während die Ursache des S-Ausschlags aus dem steilen Anfangsgipfel der nach unten gerichteten Komponente erklärt wurde.

In einer folgenden Reihe von Experimenten wurde erforscht, ob ähnliche Änderungen auch an Elektrogrammen intakter Herzen zu beobachten waren.

In der Literatur waren Vorschläge der Punktkomponenten in den Experimenten von BORUTTAU bekannt. Diese wurden aus der Annahme von „Restströmen“ erklärt, die von der verletzten Stelle ausgehen sollten. In einigen Kurven, die DE BOER von seinen Experimenten mit dem Querschnitt in der Kammer eines Froschherzens in situ veröffentlicht hat, wurde ein gespaltener R-Ausschlag gesehen. Bei Wiederholung dieser Experimente wurden diese Änderungen in viel stärkerem Masse beobachtet, wenn das, mit einem Querschnitt in der Kammer versehene, isolierte Herz in ein Uhrglas mit ein wenig Ringerscher Flüssigkeit gelegt wurde. In diesem Falle war die Reizleitung viel weniger verzögert, was der schmale R-Ausschlag beweist. Es wurde versucht diese Änderungen des Elektrogramms auf dieselbe Weise zu erklären wie die Änderungen in den Elektrogrammen der Muskelpräparate. Es konnte aber nicht entschieden werden ob die

beobachteten Änderungen auf einem Einfluss eines leitenden Mediums auf das Herz an sich oder auf einem Einfluss mit dem Medium auf einen Demarkationsstrom beruhte. Bei intakten Herzen konnte mittels der Anbringung eines leitenden Mediums kein konstantes Ergebnis erzielt werden.

C. LITERATUUR.

- BAYLISS, W. M. and H. STARLING: On the electromotive phenomena of the mammalian heart. *Internat. Mschr. Anat. u. Physiol.* 9, blz. 256, 1892.
- DE BOER, S.: De gevolgen van extraprikkeling voor het electrogram van het kikkerhart. *Ned. Tijdschrift v. Geneesk.*, 1915, II, blz. 2567.
- Alternance du coeur. *Archives Néerl. de Physiologie* tome I, blz. 27, 1916.
- Voortgezette onderzoeken over kameralternans. *Ned. Tijdschr. v. Geneesk.*, 1918, II, blz. 362.
- Über den Einfluss der Geschwindigkeit der Reizleitung auf die Form des Kammerelectrogrammes. *Pflügers Arch.* Bd. 173, blz. 78, 1918.
- Das Alternansproblem. *Pflügers Arch.* 192, blz. 183, 1921.
- The electrogram of the ventricle. *Amer. Journ. Physiol.* 74, blz. 158, 1925.
- On the ventricular electrogram of the frog's heart obtained through indirect leads. *Amer. Journ. Physiol.* 76, blz. 1, 1926.
- Die physiologische Grundlage und Klinik des unregelmässigen Herzschlages. *Erg. inn. Med.* 29, blz. 391, 1926.
- Gleichzeitige direkte und indirekte Ableitung des Elektrokardiogramms mittels zweier Saitengalvanometer bei Fröschen nach Vergiftigung mit Digitalis. *Z. Kreislaufforsch.*, 1935, blz. 155.
- Het electrocardiogram. *Geneesk. Bladen. Reeks* 33, III, blz. 63, 1935.
- De pathologische physiologie en pharmacologie van den onregelmatigen hartslag. *Uitg. Wolters*, 1935.
- BORUTTAU: Beiträge zur Erklärung der Endzacken im Elektrokardiogramm. *Arch. f. (Anat. U) Physiologie*, 1913, blz. 519.
- BURDON-SANDERSON, J. and F. J. M. PAGE: On the time-relations of the excitatory process in the ventricle of the heart of the frog. *Journ. of physiol.* 2, blz. 384, 1880.
- On the electrical phenomena of the excitatory process in the heart of the frog and of the tortoise, as investigated photographically. *Journ. of physiol.* 4, blz. 327, 1884.

- CLEMENT, E.: Über eine neue Methode zur Untersuchung der Fortleitung des Erregungsvorganges im Herzen. *Z. Biol.* 58, blz. 110, 1912.
- CRAIB, W. H.: The electrocardiogram. Med. Research Council., London.
- DONDEERS: *Onderz. Physiol. Labor. Utrecht* 1, blz. 256, 1872.
- EINTHOVEN, W.: Über die Form des menschlichen Elektrokardiogramms. *Pflügers Arch.* 60, blz. 101, 1885.
- Weiteres über das Elektrokardiogramm. *Pflügers Arch.* 122, blz. 517, 1908.
- Über die Deutung des Elektrokardiogramms. *Pflügers Arch.* 149, blz. 65, 1913.
- Über die Richtung und die manifeste Grösse der Potentialschwankungen und über den Einfluss der Herzlage auf die Form des Elektrokardiogramms. *Pflügers Arch.* 150, blz. 275, 1913.
- ENGELMANN, Th. W.: Über die Leitung der Erregung im Herzmuskel. *Pflügers Arch.* 11, blz. 465, 1875.
- Über das Electricische Verhalten des thätigen Herzens. *Pflügers Arch.* 17, blz. 68, 1878.
- Beobachtungen und Versuche am suspendierten Herzen. Refraktäre Phase und compensatorische Ruhe in ihrer Bedeutung für den Herzrhythmus. *Pflügers Arch.* 59, blz. 309, 1895.
- GOTCH, F.: Capillary electrometer records of the electrical changes during the natural beat of the frog's heart. *Proc. Roy. Soc.* 1907, 79, blz. 323.
- GOTCH, F.: The succession of events in the contracting ventricle as shown by electrometer records. *Heart* Vol. 1, blz. 235, 1909—'10.
- HOLZLÖHNER, E.: Über die Aktionsströme der Herzkammer in der relativen Refraktärperiode. *Z. Biol.* 86, blz. 542, 1927.
- Über den Aktionsstrom des Überleitungsgewebes einen besonderen Bestandteil der Aktionsströme von der Kaltblüterkammer. *Z. Biol.* 89, blz. 423, 1929.
- KERBER, B.: Versuche über den Einfluss der Herzlage auf die Form des Elektrokardiogramms. *Z. Biol.* 95, blz. 249.
- KÖLLIKER u. MÜLLER: Nachweis der negativen Schwankung des Muskelstroms am natürlich sich contrahirenden Muskel. *Verhandl. der physical.-med. Gesellsch. in Würzburg* 6, blz. 528, 1856.
- KRAUS, F. u. G. F. NICOLAI u. F. MEYER: Principielles und Experimentelles über das Elektrokardiogramm. *Pflügers Arch.* 155, blz. 97, 1914.
- LEWIS, TH.: Mellon Lecture, 1922.
- LERCHE, E.: Die „negative Vorzacke“ des monophasischen Herz-

- aktionsströmes. Verhandl. d. d. Ges. f. Kreislaufforsch., 1940.
- MARCHAND: Beiträge zur Kenntnis der Reizwelle und Contractions-
welle des Herzmuskels. Pflügers Arch. 15, blz. 511, 1876.
- MOMM, Mej. E.: Experimenteller Beitrag zur Theorie des Elektro-
kardiogramms. Zeitschr. f. Kreislaufforsch. 16, blz. 501, 1932.
- Modellversuche über den Einfluss des elektrischen Feldes auf
die Ableitung von Potentialdifferenzen. Z. f. Biol. 93, blz. 241,
1933.
- SAMOJLOFF, A.: Weitere Beiträge zur Elektrophysiologie des Herzens.
Pflügers Arch. 135, blz. 417, 1910.
- SCHÜTZ, E.: Monophasische Aktionsströme vom in situ durchbluteten
Säugetierherzen. Klin. Wschr. 1931, II, blz. 1454.
- Elektrophysiologie des Herzens bei einphasischer Ableitung.
Ergebn. der Physiol., 38, blz. 493, 1936.
- SCHÜTZ, E., K. E. ROTHSCUH u. C. E. MEHRING. Ein direkter Beweis
für die Gültigkeit der Differenzkonstruktion des Elektrokardi-
gramms. Klin. Wschr. 1940, I, blz. 97.
- v. WERZ, R.: Die Ableitung monophasischer Aktionsströme vom
Herzen. Berichte über d. ges. Physiol. 88, blz. 329, 1935.
- YOSHIDA, H.: Zur deutung des Elektrokardiogramms, I. Das Elektro-
gramm der Ventrikelspitze des Froschherzens. Z. Biol. 84, blz.
51, 1926; II. Versuche am ganzen, frei aufgehängten Froschven-
trikel. Z. Biol. 84, blz. 453, 1926; III. Das Ventrikel E. K. G.
und das E. K. G. des bluthaltigen Froschherzens in situ. Z.
Biol. 84, blz. 478, 1926.





STELLINGEN.

I.

De meening van LEWIS, dat de grootte en de richting van de uitslagen in het electrocardiogram bepaald worden door de richting van de contractiegolf in het hart, is onjuist.

II.

De meening van LEWIS, dat bij amphibiën de T-uitslag in het kamerelectrogram tegengesteld gericht is aan de laatste uitslag van het initiale complex, is onjuist.

III.

Naar aanleiding van de door HAJIME OKAMOTO gepubliceerde antifibrilleerende werking van acetylchinidine, die sterker zou zijn dan die van chinidine, dient te worden onderzocht, of de refractaire periode door acetylchinidine sterker wordt verlengd dan door chinidine.

IV.

In combinatie met andere hypnotica gedraagt het chloreton zich als een hersenschorsmiddel.

V.

De slaapmiddelen der aliphatische reeks versterken de analgetische werking van de antipyretica, de barbituurzuren hebben hierop geen invloed.

VI.

Vitamine K heeft geen effect op het prothrombinetekort bij ernstige leverbeschadiging.

VII.

Bij actinomycosis is het toedienen van sulfanilamide aan te bevelen.



VIII.

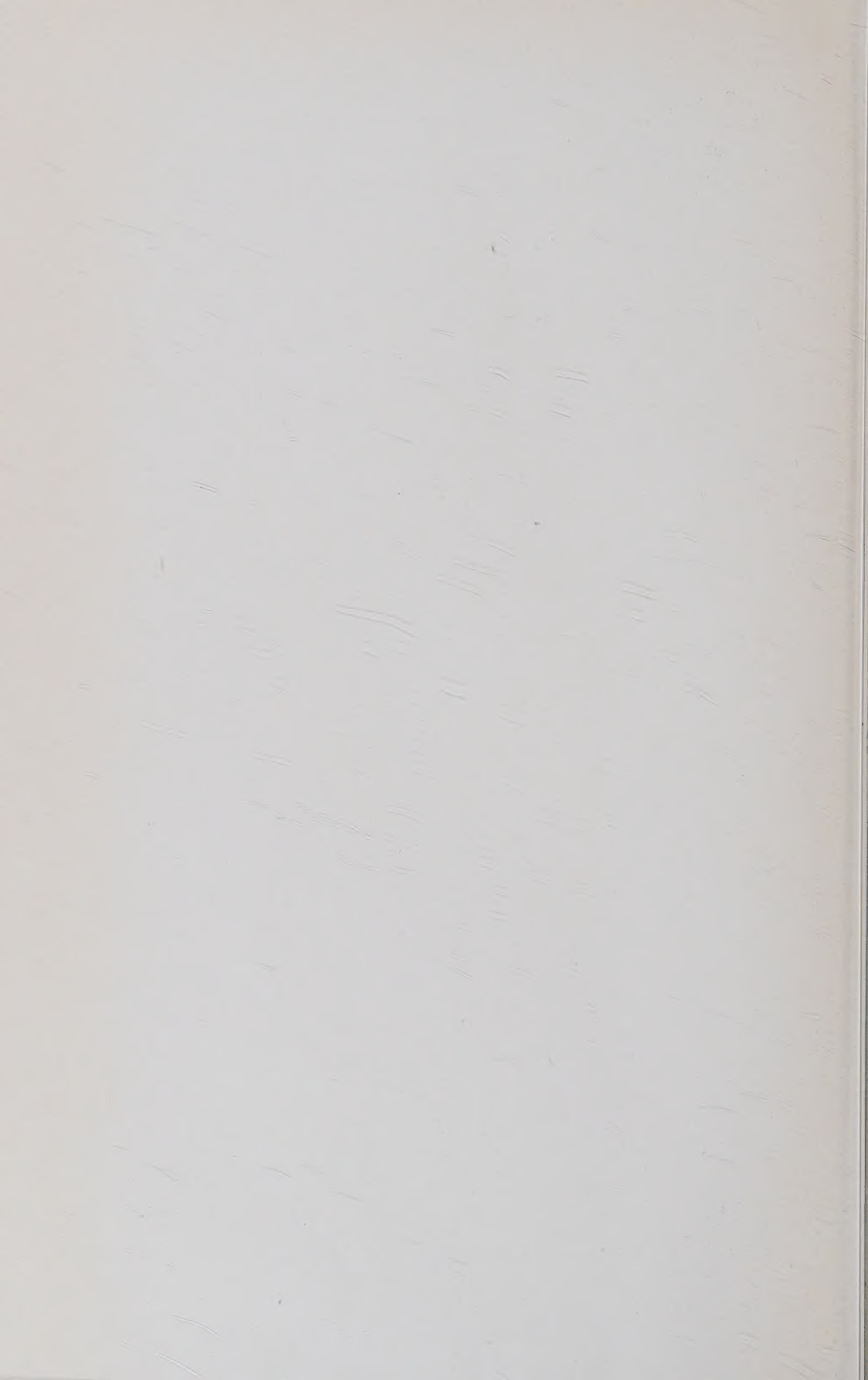
Tijdens de sulfapyridinetheraphie zal men wegens de mogelijkheid van urolithiasis, naast geregelde contrôle van het bloed, ook de urine moeten onderzoeken en in het bijzonder moeten letten op de hoeveelheid ervan.

IX.

Om het ontstaan van skeletmetastasen bij prostaatcarcinoom te verklaren is het niet noodzakelijk een passage van tumorcellen door de longen of een open foramen ovale aan te nemen.

X.

De cystografie vormt voor het stellen van de diagnose placenta praevia geen betrouwbare aanwinst.



VAN GORCUM & COMP. N.V. - ASSEN